

Rahmann, G. (Hrsg.) (2006): Ressortforschung für den Ökologischen Landbau 2006.  
Sonderheft der Landbauforschung Völkenrode, SH 298, 160 S.

# Ressortforschung für den Ökologischen Landbau 2006

Gerold Rahmann (Hrsg.)

*Tagungsband zum Statusseminar*

**2. März 2006**

**im Forum der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)**

**Braunschweig**

**Veranstalter:  
Senatsarbeitsgruppe „Ökologischer Landbau“**

## **Statusseminar Ressortforschung für den Ökologischen Landbau 2006**

Wie in den letzten Jahren sollen neue und spannende Ergebnisse der Ressortforschung für den Ökologischen Landbau präsentiert und diskutiert werden.

Dabei werden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus den verschiedensten Einrichtungen der Ressortforschung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über ausgewählte neue Ergebnisse ihrer Arbeit berichten.

Einladende und teilnehmende Einrichtungen sind die Mitglieder der Senatsarbeitsgruppe Ökologischer Landbau im BMELV:

- ATB (Institut für Agrartechnik, Bornim)
- BAZ (Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, Quedlinburg)
- BBA (Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Kleinmachnow)
- BFAFI (Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Hamburg)
- BFEL (Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel)
- Karlsruhe (Ernährung)
- Kiel (Milch)
- Kulmbach (Fleischforschung,)
- Detmold (Getreide, Kartoffeln, Fette)
- BfR (Bundesinstitut für Risikobewertung, Berlin)
- BLE GS-BÖL (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung – Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau, Bonn)
- BSA (Bundessortenamt, Hannover)
- FAL (Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig)
- FBN (Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere, Dummerstorf)
- FLI (Friedrich Löffler Institut) (Virusforschung, Riems)
- IAMO (Institut für Agrarentwicklung in Mittel- und Osteuropa, Halle)
- IGZ (Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau, Großbeeren/Erfurt e.V.)
- ZADI (Zentralstelle für Agrardokumentation und Information, Bonn)
- ZALF (Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung, Müncheberg)

## Inhaltsverzeichnis

GEROLD RAHMANN UND RAINER OPPERMANN Der deutsche Biomarkt boomt .....	5
B JANSEN, L DAHL, K FÖTISCH, S HANEKLAUS, J ZAGON, S VIETHS, T HOLZHAUSER UND H BROLL Vergleich der Qualität von Möhren aus ökologischem- und konventionellem Anbau am Beispiel der Allergenität .....	9
CORNEL ADLER Vorratsschutzforschung für den Ökolandbau als Beitrag zum Verbraucherschutz .....	19
CORINNA RÜFER UND BERENIKE STRACKE Sekundäre Pflanzenstoffe in ökologisch und konventionell angebautem Gemüse und Obst [Abstrakt].....	31
RITA GROSCH, ANDREAS KOFOET UND GABRIELE BERG Bekämpfung von <i>Rhizoctonia solani</i> mittels bakterieller Antagonisten [Abstrakt] .....	33
UTA SCHNOCK Wertprüfungen für den Ökolandbau bei Winterweichweizen, Sommergerste und Kartoffeln [Abstrakt].....	35
ULRICH DARSOW 'Pre-breeding' auf <i>Phytophthora</i> -Resistenz der Kartoffel – Ergebnisse eines laufenden Langzeitprojekts und Aussichten für den ökologischen Anbau .....	37
GEROLD RAHMANN AND HANNAH SEIP Alternative strategies to prevent and control endoparasite diseases in organic sheep and goat farming systems – a review of current scientific knowledge .....	49
JOACHIM MOLKENTIN Untersuchungen zur analytischen Unterscheidung ökologisch und konventionell erzeugter Milch .....	91
RAINER OPPERMANN UND GEROLD RAHMANN Marktentwicklungen und die Perspektiven für Erzeuger auf den Märkten für ökologisch erzeugtes Schweinefleisch .....	101
KATRIN ZANDER UND HILTRUD NIEBERG Auswirkungen der EU-Osterweiterung auf den Ökolandbau in Ost und West: erste Ergebnisse.....	111
HEINZ WENDT Mögliche Auswirkungen einer weltweiten Zollfreiheit für Ökoprodukte auf die deutschen Ökobetriebe und den deutschen Ökomarkt .....	117

<b>Berichte über Forschung für den Ökolandbau aus den Anstalten.....</b>	<b>125</b>
S KÜHNE, C ADLER, L BANGEMANN, G BARTELS, J HALLMANN, U HEIMBACH, A KOLLAR, M MAIXNER, G MEYER, B PALLUTT, HJ PELZ, G SIECKMANN, B WALTHER, A VERSCHWELE UND H VOGT Bericht 2005 der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft zum Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau .....	127
HENRIKE GLAWATZ, G NÜRNBERG, J KJAER, G HEIL, L SCHRADER, N REINSCH Konzept und Versuchsplanung für eine zukünftige koordinierte Feldprüfung von Legehennenherkünften auf ihre Eignung für den ökologischen Landbau [Abstrakt].....	135
Bericht 2005 des Instituts für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt e.V. (IGZ) .....	137
Forschungsaktivitäten im Bereich des Ökolandbaus 2005 der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BFEL), Karlsruhe .....	141
KERSTIN BARTH Untersuchungen zur Aufzucht von Schaf- und Ziegenlämmern mit arteigener und artfremder Milch [Abstrakt].....	145
U MACHOLD, K. TROEGER UND M. MOJE Erfassung des Gesundheitsstatus von Schweinen und Rindern aus ökologischer sowie konventioneller Produktion anhand differenzierter klinischer und pathologisch-anatomischer Befunde am Schlachthof [Abstrakt].....	147
Forschungsaktivitäten im Bereich des Ökolandbaus 2005 des ZALF, Müncheberg.....	149
Forschungsaktivitäten im Bereich des Ökolandbaus 2005 des ATB, Potsdam-Bornim.....	151
Jahresbericht des Instituts für Ökologischen Landbau der FAL, Trenthorst .....	153

## Der deutsche Biomarkt boomt

GEROLD RAHMANN UND RAINER OPPERMANN

Institut für ökologischen Landbau der FAL, Trenthorst 32, 23847 Westerau, oel@fal.de

### Abstract

In Germany the organic market is growing continuously and has left the niche. In 2005 it was a four billion Euro market – after the US – the second biggest of the world. The market share is 3.3 %. Nevertheless, the market will grow significantly. Annual increasing rates were between 15 and 20% and the market volume has doubled in the last six years. In 2010 a 7.5 billion Euro market is expected. Processing has a significant contribution to the increase of the market value. Today nearly any conventional food product can be substituted by an organic product. Organic products are 5 to 100 % more expensive than comparable conventional products. The total market chain is gaining by this market price. The discounter market has started to sell organic products in the previous years. This will have significant impact to the market volume and the price of organic products.

*Keywords: Germany, organic market*

### Abstrakt

2005 wurden in Deutschland Bioprodukte im Wert von rund vier Milliarden Euro verkauft. Der jährliche Zuwachs liegt mit 15 bis 20 % weit über allen anderen Lebensmittelgruppen. In den sechs Jahren von 2000 bis 2005 hat sich damit das Marktvolumen mit Bioprodukten in etwa verdoppelt. Bleibt es bei diesem Wachstumstempo, werden 2010 in Deutschland für 7,5 Milliarden Euro Bioprodukte verkauft. Wertschöpfung durch Veredelung hat einen hohen Anteil an den wertmäßigen Zuwachssteigerungen. In den Supermärkten liegt der Aufschlag zwischen 5 und 100 Prozent, je nach Verarbeitung und Vergleichsprodukt. Die gesamte Produktionskette profitiert von den höheren Preisen. Der Einstieg der Discounter in der Bio-Vermarktung wird in der Zukunft erheblichen Einfluss im Marktvolumen als auch Preisgefüge für Bioprodukte haben.

*Schlüsselwörter: Deutschland, Biomärkte*

### Einleitung

Die Internationale Vereinigung biologischer Landbaubewegungen (IFOAM), das Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (FiBL) und die Stiftung Ökologie & Landbau (SÖL) haben am 17. Februar 2006 auf der BioFach 2006 die neusten Zahlen zum Öko-Landbau weltweit präsentiert. Der Studie "The World of Organic Agriculture - Statistics and Emerging Trends" zufolge werden mittlerweile weltweit mehr als 31 Millionen Hektar der landwirtschaftlichen Nutzfläche ökologisch bewirtschaftet.

Die größte Bio-Fläche befindet sich in Australien mit 12,1 Millionen Hektar, gefolgt von China (3,5 Millionen Hektar) und Argentinien (2,8 Millionen Hektar). Deutschland liegt im weltweiten Vergleich auf Platz sieben (fast 800.000 Hektar). Der globale Markt wird vom Marktforschungsunternehmen Organic Monitor für das Jahr 2004 mit 23,5 Milliarden Euro beziffert, wobei der größte Teil der Bio-Produkte in Europa und Nordamerika umgesetzt wird.

### Alle reden vom Bioboom, stimmt das?

Ohne Zweifel, der Biomarkt boomt. 2005 wurden in Deutschland – nach den USA der zweitwichtigste Ökomarkt der Welt - Bioprodukte im Wert von rund vier Milliarden Euro verkauft. Der jährliche Zuwachs, der seit langem im Lebensmitteleinzelhandel eher stagniert, liegt mit 15 bis 20 % weit über allen anderen Lebensmittelgruppen. Steigerungsraten im Lebensmitteleinzelhandel waren 2005 für: Milch 22 %, Bioahrung 3 % (aber auf hohem Niveau), Säfte 27 %, Nahrungsmittel 10 %, pflanzliche Brotaufstriche 29 % und Tiefkühlgemüse 4 %. Biomilch hat einen Anteil von 4,5 % erreicht. In den sechs Jahren von 2000 bis 2005 hat sich damit das Marktvolumen mit Bioprodukten in etwa verdoppelt. Bleibt es bei diesem Wachstumstempo, werden 2010 in Deutschland für 7,5 Milliarden Euro Bioprodukte verkauft.

Biogemüse ist das wichtigste Anbausegment und hat – nach Milchprodukten (15 % vom Bio-Gesamtumsatz) - den größten Anteil am Biomarkt (12 %). Mit rund 8200 ha (2003) werden bereits 8 % des Gemüsebaus in Deutschland ökologisch betrieben. Bedeutsam ist besonders Industriegemüse (11 %), vor allem für die Babykosthersteller. Deswegen ist der Ackergemüsebau besonders stark. Der Importdruck ist stark und zunehmend. Deutschland importiert rund 40.000 Tonnen Ökogemüse, vor allem aus Italien, Spanien, Frankreich und den Niederlanden. Gleichzeitig werden aber auch 10.000 Tonnen exportiert. Milch wird zunehmend aus Dänemark und Großbritannien eingeführt.

Wertschöpfung durch Veredelung hat einen hohen Anteil an den wertmäßigen Zuwachssteigerungen. Heute gibt es praktisch jedes konventionelle Produkt auch in Ökoqualität, von Biomilch bis Fertigpizza, von Frühstücksflocken bis Gummibärchen und von Bioschnaps bis Edelweine. Auch bei knappen Rohstoffen sind damit steigende Umsätze möglich. Rund 32.000 unterschiedlichste Lebensmittel sind beim deutschen Biosiegel – dem staatlichen Bio-Warenzeichen - anerkannt und dürfen als Ökoprodukte verkauft werden.

Konnten Bioprodukte jahrzehntelang nur in Reformhäusern, in Hofläden oder Naturkostläden gekauft werden, so hat sich dieses Bild in den letzten Jahren erheblich gewandelt. Bundesweit oder sogar international agierende Supermarktketten wie zum Beispiel Rewe und Edeka, aber auch Discounter wie Aldi und Lidl haben Bio entdeckt. Der Lebensmitteleinzelhandel war 2005 mit 41 % Anteil führend in der Vermarktung von Bioprodukten. Naturkostläden und Reformhäuser hatten aber immer noch einen Anteil von zusammen 31 %. Die Direktvermarktung der Erzeuger ist mit 14 % immer noch bedeutsam, Tendenz ist aber sinkend. Verarbeiter wie Bäcker oder Schlachter machen nur 6 % aus.

Der Trend geht sogar zu reinen Biosupermärkten. Bundesweit gibt es davon bereits rund 600, die ein Vollsortiment mit bis zu 10.000 Artikeln mit dem Biosiegel führen. Alleine Rewe will in den nächsten Jahren 60 solcher Biosupermärkte eröffnen.

Seitdem die Großen der Lebensmittelbranche eingestiegen sind, sind die Märkte wie leergefegt, die Nachfrage größer wie das heimische Angebot. Rund 30 % der Biowaren müssen eingeführt werden. Dieses zeigt die langfristigen Perspektiven, besonders für heimische Produzenten. Das hohe internationale Qualitätsimage für deutsche Lebensmittel und die im Vergleich zu anderen Ländern weit entwickelten Strukturen in der Produktion, Verarbeitung und Vermarktung fördert den Export vor allem von verarbeiteten deutschen Bioprodukten. Nicht nur die USA, sondern auch die in urbanen Milieus lebenden, gut ausgebildeten Menschen mit einem eher überdurchschnittlichen Einkommen in Osteuropa, Afrika und Asien sind potentielle Käufer.

### **Bioprodukte sind teuer – was verdient der Produzent?**

Ohne Zweifel, Bioprodukte sind teurer als vergleichbare konventionelle Lebensmittel. In den Supermärkten liegt der Aufschlag zwischen 5 und 100 Prozent, je nach Verarbeitung und

Vergleichsprodukt. Ein gutes Beispiel ist Milch. Hier liegt der Aufschlag bei 50 bis 60 %. Eier erreichen über 100 % und haben bereits einen wertmäßigen Anteil von 9,4 % am Eiermarkt (Mengenanteil: 4,5 %). Gemüse, Brot, Obst, Käse, Fleisch und Geflügel haben einen Aufschlag von rund 60 %. Der mengenmäßige Marktanteil von Geflügel, Fleisch und Käse ist mit 0,3, 0,6 % bzw. 1,5% am Gesamtmarkt aber noch sehr niedrig. Bei Obst liegt er bei 2,2 %, bei Brot bei 3,4 % und bei Gemüse bei 3,8 %.

Auch die Rohware wird höher bezahlt, wenn sie als Bioware verkauft werden kann. Rund 29 Molkereien verarbeiten Biomilch, leider sind sie nicht flächendeckend verteilt. Je nach Region und Ausrichtung der Molkerei werden bis zu 6 Cent mehr pro Liter FCM bezahlt, in Süddeutschland mehr als in Nord- oder Ostdeutschland. Gemäß dem Testbetriebsnetz des BMELV wurden 2004/05 durchschnittlich 34,4 Cent pro Liter FCM bezahlt (konventionelle Vergleichsgruppe 30,01 C/kg FCM, der höchste konventionelle Milchpreis war 2005 31,5 Cent). Ähnlich sieht es auch bei Schweinen, Getreide, Gemüse und Kartoffeln aus. So lag im 1. Quartal 2006 der Auszahlungspreis für Bio-Mastschweine der Handelsklasse E bei 2,41 €/SG. Bio-Weizen konnte 2005 für durchschnittlich 24,25 €/dt verkauft werden (konventionelle Vergleichsgruppe: 9,85 €/dt). Bio-Kartoffeln lagen bei 19,76 €/dt (konventionelle Vergleichsgruppe: 8,01 €/dt). Die Preise sind also durchaus attraktiv.

Den höheren Preisen stehen aber geringere Leistungen gegenüber. So liefert die Biokuh im Durchschnitt 5.667 kg FCM (konventionelle Vergleichsgruppe: 6.500 kg FCM), der Weizenertrag liegt bei 35 statt 70 dt/ha und der Kartoffelertrag bei 206 statt 317 dt/ha. Trotzdem liegen die betrieblichen Erträge mit 1.614 €/ha LF etwas höher als die vergleichbaren konventionellen Betriebe (1.502 €/ha LF). Prämien der Direktzahlungen und der Agrarumweltprogramme haben einen vergleichbaren Anteil (605 €/ha LF versus 563 €/ha LF).

Die betriebliche Aufwendungen von Biobetrieben und vergleichbaren konventionellen Betrieben sind ähnlich (Bio: 1.187 €/ha LF; konv.: 1.153 €/ha LF). Geringere Aufwendungen für Pestizide und Kunstdünger werden durch höhere Lohnkosten ausgeglichen. Der Betriebsgewinn auf Biobetrieben ist mit 369 €/ha LF zwar wesentlich höher als auf vergleichbaren konventionellen Betrieben (304 €/ha LF), wird durch den höheren Arbeitsaufwand (rund 30 %) aber fast ausgeglichen. Werden der Gewinn und der Personalaufwand zusammen betrachtet, lag der Gewinn von Biobetrieben nur geringfügig über denen vergleichbarer konventioneller Betriebe (Bio: 23.836 €/AK; konv.: 21.458 €/AK).

### **Ökolandbau – wie sieht es gegenwärtig aus?**

Auch im letzten Jahr ist der Ökolandbau in Deutschland um 5,2 % in der Fläche bzw. 2,5 % bei den Betrieben gewachsen. Ende 2005 wurden von 17.020 Betrieben insgesamt 807.406 ha nach den Richtlinien des Ökolandbaus bewirtschaftet. Dieses entspricht rund 4,7 % der gesamten LF bzw. 4,3 % aller Betriebe (BMELV, 2006). Mit durchschnittlich 47,4 ha sind Biobetriebe größer als der Durchschnitt aller deutschen landwirtschaftlichen Betriebe (46,4 ha). Insgesamt sind 22.032 Unternehmen gemeldet, die Biolebensmittel erzeugen, verarbeiten, importieren oder verkaufen. Bayern und Baden-Württemberg sind die Hochburgen des Ökosektors. In beiden Bundesländern sind rund 6.000 Betriebe angemeldet, die Biolebensmittel produzieren, verarbeiten, handeln oder importieren (Niedersachsen: 1594). Flächenmäßig liegen aber Brandenburg (9,7 %), Saarland (9,6 %), Mecklenburg-Vorpommern (8,4 %) vorne. In Mecklenburg-Vorpommern wirtschaften 12,9 % ökologisch.

### **Literatur**

Helga Willer and Minou Youssefi (Hrsg.): The World of Organic Agriculture - Statistics and Emerging Trends 2006, 8., vollständig überarbeitete Ausgabe, Februar 2006, International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), DE-Bonn. 200 Seiten

Rippin, M. (2004): Öko-Markt wieder auf dem Wachstumspfad, in: ÖKOMARKT Forum 31/2004, S. 6-7

Rippin, M. (2006): DE: Bio-Markt mit starken Zuwächsen, in: ÖKOMARKT Forum 6/2006, S. 2-3

## Vergleich der Qualität von Möhren aus ökologischem- und konventionellem Anbau am Beispiel der Allergenität

B Jansen<sup>1\*</sup>, L Dahl<sup>2\*</sup>, K Fötisch<sup>2</sup>, S Haneklaus<sup>3</sup>, J Zagon<sup>1</sup>, S Vieths<sup>2</sup>, T Holzhauser<sup>2</sup> und H Broll<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bundesinstitut für Risikobewertung Berlin, Thielallee 88-02, 14195 Berlin

<sup>2</sup> Paul-Ehrlich-Institut, Abt. Allergologie 5/01, Paul-Ehrlich-Str. 51-59, 63225 Langen

<sup>3</sup> Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde der FAL, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

\*zu gleichen Teilen beitragend

### Abstract

The present study investigates the influence of different types of cultivation of carrots-organic versus conventional - on the pattern and quantity of carrot allergens. Chemical crop protection and the use of fertiliser may influence the expression of allergenic proteins with homology to stress-inducible pathogenesis related proteins (PR-proteins). One example is the major carrot allergen Dau c 1 with sequence homology and clinical cross-reactivity to the major birch pollen allergen Bet v 1, and which belongs to the so-called “pathogenesis-related” PR10 protein family. Based on a market survey in the year 2004/2005 that summarises the most frequently grown carrot varieties in Germany, the varieties Nerac (F1-Hybrid, conventional) and Rodelika (open pollinating, organic) were identified as most important varieties in conventional and organic farming, respectively. In a field trial in North-Western Germany (Dithmarschen), both varieties were grown under organic and conventional conditions in a cross over<sup>1</sup> experiment. Additionally, carrot samples from local retailers were examined to receive data that reflect a realistic market situation.

Two different analytical approaches were followed: Simultaneously to the quantification of carrot allergens with novel developed quantitative immunological tests (enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA) the transcriptional level of genes coding for the most important carrot allergens were examined. Applications of the quantitative reverse transcriptase real-time polymerase chain reaction (qRT real-time PCR) were thus developed to enable quantification of the transcriptional level of the allergen coding genes in relation to a housekeeping gene (HKG) which is present in all carrot tissues and constitutively expressed. The results of the qRT real time PCR were compared to the immunological systems.

*Keywords: Food Quality, Carrots, Organic Farming, conventional farming, food allergy*

### Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurde der Einfluß der Anbauweise - ökologisch oder konventionell - auf Allergenprofil- und -quantität in Möhren untersucht. Der Einfluß biotischer und abiotischer Faktoren, wie beispielsweise der Einsatz von Kunstdüngern und Pflanzenschutzmitteln oder klimatische Bedingungen, könnte zu einer veränderten Bildung sogenannter Stressproteine führen, welche eine strukturelle Homologie zu bekannten Pollenallergenen aufweisen. Verschiedene mit Pollenallergenen verwandte Proteine, beispielsweise Dau c 1 und Dau c 4, wurden als sogenannte kreuzreagierende Allergene in der Möhre identifiziert. Ersteres gehört der Familie PR10 der sogenannten „pathogenesis-related“ Proteinen an und weist eine hohe Sequenzhomologie und klinische Kreuzreaktivität zum Hauptallergen Bet v 1 in Birkenpollen auf. Basierend auf der Auswertung einer

<sup>1</sup> cross-over cultivation: Growing of different seed varieties with and without sowing alternately on organically and conventionally farmed fields.

Marktrecherche zu den in den Jahren 2004 und 2005 am häufigsten angebauten Möhrensorten in Deutschland wurden die Sorten Nerac (F1-Hybrid, konventionell) und Rodelika (samenfest, ökologisch) als wichtige Sorten im konventionellen und ökologischen Landbau identifiziert. In einem Feldversuch im Landkreis Dithmarschen wurden beide Sorten beispielhaft für beide landwirtschaftliche Anbauweisen in einem *cross over*<sup>2</sup> Versuch angebaut. Zudem wurden Regalproben untersucht, um Aussagen über tatsächlich im Handel befindliche Waren zu erhalten. Parallel zur Bestimmung des Allergengehaltes mittels neu entwickelter quantitativer immunologischer Tests (Enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA), wurde die Transkription der für die Hauptallergene der Möhre kodierenden Gene untersucht. Hierzu wurde ein qRT (quantitative reverse Transkriptase) *real time* PCR (Polymerasekettenreaktion) Verfahren entwickelt, das eine relative Quantifizierung der abgelesenen Allergen-kodierenden Gene im Verhältnis zu einem in allen Geweben der Möhre konstitutiv abgelesenen Gen (*Housekeeping* Gen, HKG) erlaubt. Die Ergebnisse der qRT*real time* PCR wurden mit den Ergebnissen der immunologischen Verfahren verglichen.

*Schlüsselwörter:* Nahrungsmittelallergie, Lebensmittelqualität, konventioneller Anbau, ökologischer Anbau, Möhren

## 1 Einleitung

Bislang existierten keine Daten über die potentielle Allergenität als Qualitätsparameter in Abhängigkeit von der landwirtschaftlichen Produktionsweise. In verschiedenen Publikationen wird beschrieben, dass aufgrund von Umwelteinflüssen bzw. Wachstumsbedingungen die Ausbildung von „Stressproteinen“ beobachtet wurde. Eine Gruppe solcher „Stressproteine“, die "pathogenesis related proteins" wird unter der Familie der PR-10 Proteine zusammengefaßt. Proteine dieser Familie zeigen ein hohes Maß an Sequenzidentität und strukturelle Homologie zum Hauptallergen der Birke, Bet v 1 (Neudecker et al., 2001). Untersuchungen belegen am Beispiel der Sojapflanze, dass unter "Stress" (Krankheit, Hungerzustand, Pestizidbehandlung, Insektenbefall) in der Pflanze eine verstärkte Expression u.a. von PR-10 Proteinen stattfindet (Crowell et al., 1992). Die klinische Relevanz dieser Proteine als Allergene wurde in einer kürzlich publizierten Studie belegt: 20 Birkenpollenallergiker, die nicht wesentlich auf Soja allergisch waren, zeigten schwere allergische Reaktionen nach Genuss eines Diätproduktes, das zu 50 % aus einem Sojaisolat mit einem hohen Gehalt an PR-10 Protein Gly m 4 (SAM 22) bestand (Kleine-Tebbe et al., 2002). Unter Birkenpollenallergikern zeigen 50-80% auch eine Lebensmittelallergie gegenüber Frischobst, Gemüse und Nüssen (Vieths et al., 2002). Grund für dieses Phänomen ist ebenfalls die strukturelle Homologie allergener Pollenproteine mit Proteinen pflanzlicher Herkunft in den Lebensmitteln. Sogenannte „Kreuzreaktionen“ zwischen ursprünglich gegen Pollenallergene gerichteten IgE-Antikörpern und mit Pollenallergenen strukturell verwandten Lebensmittelproteinen führen dann zur Auslösung der pollenassoziierten Lebensmittelallergie. Die Prävalenz der Nahrungsmittelallergie in der Bevölkerung wird auf 2-4 % geschätzt (zusammengefasst in Jäger und Wüthrich, 2002).

Inwiefern die Anbauweise unter Verwendung von Pflanzenschutzmitteln und dem Einsatz von Kunstdünger zu einer vermehrten Ausschüttung solcher "Stressproteine" und so zu möglichen Unterschieden in der Allergenität beiträgt, wurde im vorliegenden Projekt untersucht.

Als Untersuchungsmaterial wurden Möhren aufgrund ihres allergenen Potentials, ihrer einjährigen Wachstumsphase und der ökonomischen Bedeutung für beide Anbauweisen (zmp,

---

<sup>2</sup> *cross-over* Anbau: Anbau von verschiedenen Sorten mit und ohne Beizung wechselseitig auf konventionellen und ökologisch bewirtschafteten Flächen.

2004) ausgewählt. In einer Studie zur Prävalenz von Allergien in der Berliner Bevölkerung ist Möhre, entsprechend dem Sensibilisierungsprofil der Probanden, nach Apfel und Haselnuss das dritt wichtigste allergene Lebensmittel (Zuberbier et al., 2004).

Im Rahmen des Projektes wurden neue Methoden basierend auf immunologischen und molekularbiologischen Techniken zur Detektion der Hauptallergene der Möhre Dau c 1 mit den Isoformen<sup>3</sup> Dau c 1.01 und Dau c 1.02 und für das profilinhomologe Möhrenprotein Dau c 4 entwickelt. Bei der Entwicklung der Nachweistechiken zur Bestimmung der Transkriptionslevel der Allergen-kodierenden Gene wurden sämtliche Systeme als splicing site überspannende Systeme entwickelt. Derartige Systeme können zwischen DNA und RNA unterscheiden, so dass eventuelle Verunreinigungen der RNA Extrakte durch genomische DNA nicht detektiert werden.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Untersuchungsmaterial

Das Untersuchungsmaterial bestand einerseits aus zufällig ausgewählten Möhren des Lebensmitteleinzelhandels (LEH), und wurde von einem Projekt aus dem Bundesprogramm Ökologischer Landbau (02OE170/F) in Form von Paaren (ökologisch und konventionell) zur Verfügung gestellt. Andererseits wurden in einem Feldversuch exemplarisch für den Verbraucher relevante Möhrensornten unter definierten Bedingungen (ökologisch und konventionell) angebaut.

#### *Sorten- und Marktanteilen von Möhren*

Die Recherche über Sorten- und Marktanteilen zu den in den Jahren 2004/05 am häufigsten in Deutschland angebauten Möhrensornten erfolgte mittels telefonischer Befragungen mit den in Tabelle 1 aufgelisteten Quellen. Da Gemüse in Deutschland nicht nach Sorten gehandelt wird, existiert hierzu kein veröffentlichtes statistisches Material z.B. des Bundessortenamtes oder des LEH.

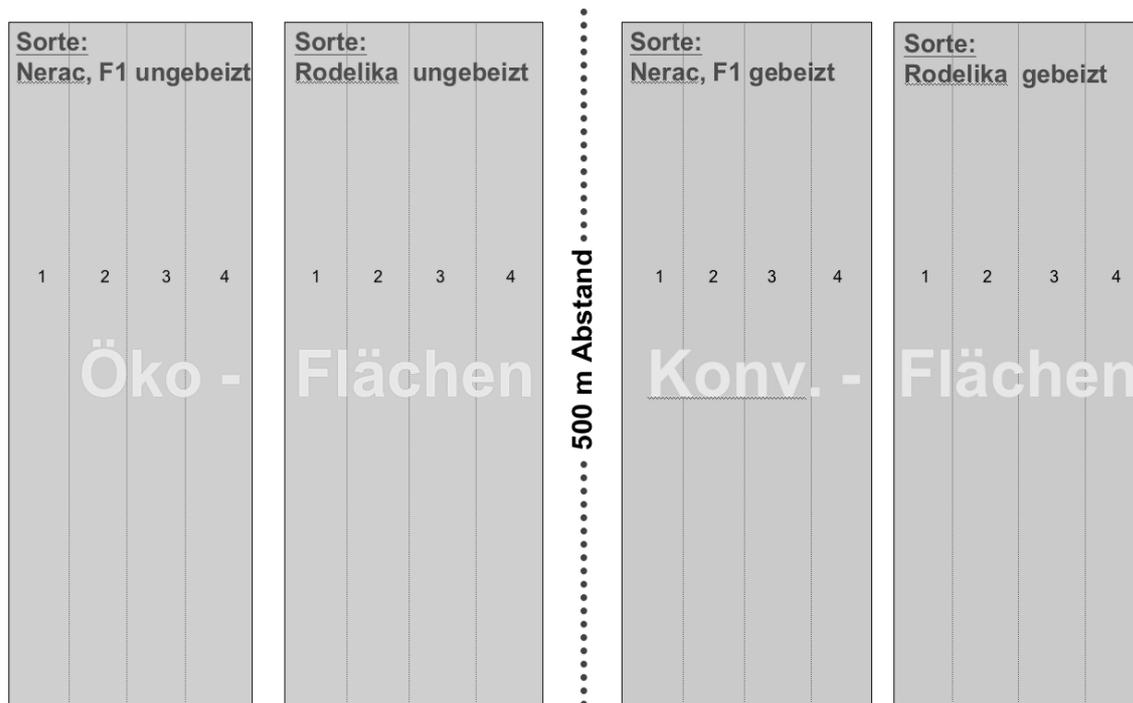
**Tabelle 1. Quellen für die Recherche.**

Organisation	Organisation
Bundessortenamt Hannover	Bejo Saaten, Sonsbeck
Ministerium für Umwelt und Naturschutz Düsseldorf	Bingenheimer Saatgut AG, Echezell
Landwirtschaftskammer Hannover	Nickerson Zwaan, Breda, NL
Landwirtschaftskammer Rheinland	Hild Samen, Marbach
Zentrale Markt und Preisberichtsstelle GmbH, Bonn	Syngenta Seeds, Bad Salzuflen
Agri-Saaten GmbH, Bad Essen	Firma Chrestensen, Erfurt
Universität Kassel Witzenhausen	Firma Nebelung, Everswinkel
Hipp, Pfaffenhofen	Rijk-Zwaan, Welper
Kaisers-Tengelmann, Mülheim	Seminis-Vegatable Seeds, Neustadt
Datenbank organicXseeds FiBL, Frankfurt	Juliwa-Enza, Dannstadt-Schauernheim
Dienstleistungszentrum ländlicher Raum (DLR), Rheinhessen	Gemüsebauberatungsring Dithmarschen
Arbeitskreis Betriebswirtschaft im Gartenbau, Hannover	Bioland, Mainz
	Naturland Nord-West, Lippetal

<sup>3</sup> Isoform - bezeichnet Ähnlichkeit von Molekülen, die dieselbe Molekülgröße, identische biologische Funktionen und eine Aminosäurehomologie von > 67 % aufweisen

### Charakteristika Feldversuch 2005

Im Jahr 2005 wurde ein Anbauversuch im Landkreis Dithmarschen durchgeführt. Der Anbau erfolgte an einem Standort in Hedwigenkoog (Schleswig-Holstein). Auf benachbarten Betrieben wurden im Dammanbau unter gleichen kleinklimatischen Bedingungen und räumlicher Nähe der Betriebe zwei verschiedene Möhrensorten in vierfacher Wiederholung angebaut (Abb. 1).



**Abb. 1: Anbauversuchskonzept im Streifenversuch. Die Aussaat und Bearbeitung erfolgte im Dammanbau mit einer Parzellengröße von 60 m<sup>2</sup> und einer Aussaat in vier Wiederholungen.**

Eine Fläche wurde gemäß den Vorgaben der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 (EG-Öko-VO) und den Richtlinien des Bioland-Anbauverbandes bewirtschaftet. Die zweite Fläche wurde konventionell bewirtschaftet. Für beide Sorten wurde Präzisionssaatgut der Sorten Nerac (F1-Hybrid; Firma Bejo, Sonsbeck) und Rodelika (samenfest; Firma Bingenheimer Saatgut AG, Echzell-Bingenheim), jeweils gebeizt auf konventionellen Flächen und ungebeizt auf ökologischen Flächen, eingesetzt. Zur Beizung des Saatguts der konventionellen Flächen wurden die Fungizide Thiram, Iprodione und Metalxyl eingesetzt. Als Maßnahmen zur Pflanzenernährung und Gesundheit wurden über die gesamte Wachstumsperiode von 143 Tagen 10 verschiedene Pestizide und 6 verschiedene Dünger ausgebracht.

Die biologische Diversität wurde anhand einzelner Möhren im Vergleich zu Mischproben untersucht. Es erfolgte keine Beprobung aus dem Randbereich. Da im Anbaujahr 2005 kein Befall mit Pathogenen zu verzeichnen war konnte auf die separate Beprobung gesunder versus kranker Möhren verzichtet werden.

#### *Behandlung des Ernteguts*

In jeder Parzelle wurden 1x Einzelproben (jeweils 10 Stück) und innerhalb jeder Wiederholung (4x) Mischproben (je 20 Stück) geerntet, woraus eine Gesamtprobenzahl von n=360 resultiert. Die Untersuchungen der Allergengehalte mittels immunochemischer Verfahren und der „Transkription der Allergene“ (Boten RNA, mRNA) erfolgten aus

identischem Probenmaterial. Um den Protein- und mRNA Status der Möhren nicht zu verändern, wurde das zerkleinerte Möhrenmaterial vor der weiteren Verarbeitung sofort in flüssigem Stickstoff eingefroren und bis zur weiteren Verarbeitung dampfdicht (-80°C) gelagert. Zur Extraktion der Proteine und der RNA wurde das Untersuchungsgut vorab homogen vermahlen. Markt- und Handelsproben wurden identisch behandelt.

## 2.2 Methoden

### *RNA-Extraktion und cDNA Herstellung*

Die RNA Extraktion und Aufreinigung erfolgte mit handelsüblichen Fertigreagenzien. Ein zusätzlicher DNase Verdau wurde bei allen Extraktionen durchgeführt. Die eingesetzte RNA wurde in der PCR auf die Anwesenheit von DNA überprüft - alle verwendeten Extrakte waren DNA frei. Im Anschluss wurde die extrahierte mRNA mittels Reverser Transkriptase in stabile cDNA umgeschrieben.

### *Auswahl Primer und Sondensysteme*

Obwohl alle RNA Extrakte bis zur völligen DNA Freiheit aufgereinigt wurden, wurden Primer entwickelt, die keine genomische DNA amplifizieren. Hierzu erfolgte die Positionierung der Primer an Exon-Intron Übergängen. Zielgene waren das Hauptallergen Dau c 1 mit den Isoformen Dau c 1.01 und Dau c 1.02 und sechs verschiedene Housekeeping Gene als Referenzsystem. Für diese Sequenzen wurden neue Nachweissysteme entwickelt und optimiert.

### *qRT real time PCR*

Die qRT real time PCR wurde nach dem TaqMan Prinzip unter Verwendung des ABI Prism 7900 Sequence Detection System (ABI 7900 SDS) nach einem Standard two-step PCR Profil unter Berücksichtigung der optimierten Primer Annealingtemperaturen durchgeführt. Die 20 µl Reaktionsansätze erfolgten mit einem kommerziellen Fertigmastermix. Die eingesetzte Menge an cDNA betrug 2 µl. Von allen Proben wurden drei unabhängige Extraktionen durchgeführt und diese jeweils als Dreifachbestimmungen in die PCR eingesetzt. Für die weitere Auswertung wurde aus den 3 Einzelwerten einer Extraktion der Mittelwert errechnet.

### *Protein- Extraktion*

Die Proteinextraktion erfolgte nach Probenhomogenisierung unter Stickstoff mit physiologischem Kochsalzpuffer. Die extrahierten Proben wurden im Anschluss (mit Zwischenlagerung bei -80°C) im ELISA vermessen, wobei jeweils 100 µl der Extrakte in Triplets und Reihenverdünnung untersucht wurden.

### *Nährstoffgehalte der Pflanzen*

Für die Bestimmung der Mineralstoffversorgung der Möhren erfolgte eine separate Beprobung, sowohl der Kraut- nach Reihenschluss, als auch der Möhrenproben. Bei den geernteten Möhren wurde die Trockenmasse bestimmt und die Möhren danach schockgefroren. Die Bestimmung der Mikro- und Makronährstoffgehalte wurde mittels trockenem Aufschluss nach Schnug und Haneklaus (1996) und anschließender Bestimmung von Fe, Mn, Zn, Cu und B mittels ICP-OES, P colorimetrisch, Ca und Mg mittels AAS und K und Na flammenfotometrisch durchgeführt. Die Bestimmung des Stickstoffs erfolgte nach Kjeldahl (DIN 38409 H11 (EN 25663)).

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Sortenrecherche

Die wichtigsten in Deutschland angebauten Möhrensorten wurden über die Auswertung der Befragungen (s. Tabelle 1) identifiziert und sind in Tabelle 4 zusammengefasst. Die

Ergebnisse resultieren aus der Häufigkeit der Sorten im Saatgutverkauf. Im konventionellen Landbau hat die Sorte Nerac bei den späten Lager- und Waschmöhren die größte Bedeutung. Gefolgt von den Sorten Bolero und Maestro bei den mittelfrühen Möhren.

**Tab. 4: Übersicht der häufigsten in Deutschland angebauten Möhrensorten und geschätzte Marktanteile (persönliche Mitteilungen).**

Aussaatzeitpunkt / Sortenname	Gesamtmarktanteil (geschätzt)	Hersteller
<u>Früh</u>		
Napoli F1	k. A.	Bejo, Sonsbeck
Laguna F1	k. A.	Hild Samen, Marbach
<u>Mittel</u>		
Maestro F1 und Bolero F1	30 %	Bejo, Sonsbeck, Nickerson-Zwaan, Edemissen
<u>Spät</u>		
Nerac F1 (als Wasch- und Lagermöhre)	75 - 80 %	Bejo, Sonsbeck

F1 bezeichnet Hybridsaatgut. k. A. keine Angabe.

### 3.2 Ernährungszustand der Pflanzen

Die Versorgung mit sämtlichen Haupt- und Spurenelementen war für die Realisierung standorttypischer Höchstserträge ausreichend. Ertragsunterschiede waren somit nicht ernährungsbedingt. Der erzielte Gesamtertrag betrug ca. 45 t/ha für jede Parzelle und lag damit im Durchschnitt für diese Anbauflächen.

### 3.3 ELISA

Auf immunologischer Ebene wurden unter Verwendung von monoklonalen Antikörpern und Kaninchenserum Enzymimmunoassays (ELISA) entwickelt und „in-house“ validiert. Für die Quantifizierung des Möhrenhauptallergens Dau c 1 wurden zwei Sandwich-ELISA entwickelt, die auch die Isoformen (Dau c 1.01 und Dau c 1.02) separat erfassen. Für den Nachweis von Dau c 4 wurde ein kompetitiver ELISA entwickelt. Zum Prinzip der verschiedenen ELISA Ansätze sei auf weiterführende Literatur verwiesen (Law, 1996). Für die beiden Sandwich-ELISA wurde jeweils ein Allergenisoform (Dau c 1.01, Dau c 1.02) spezifischer monoklonaler Antikörper als Fänger und ein polyklonales Kaninchenserum mit Spezifität für beide Isoformen als Detektor eingesetzt. Für den Dau c 4 spezifischen ELISA konnte ein ausreichend spezifisches polyklonales Antiserum vom Kaninchen identifiziert werden, so daß sich hierfür das Prinzip des kompetitiven ELISA anbot. Alle ELISA wurden jeweils mit rekombinant hergestelltem Allergen standardisiert. Zudem wurde die Vergleichbarkeit mittels eines in jedem Lauf mitgeführten Referenzextraktes aus Möhre gewährleistet.

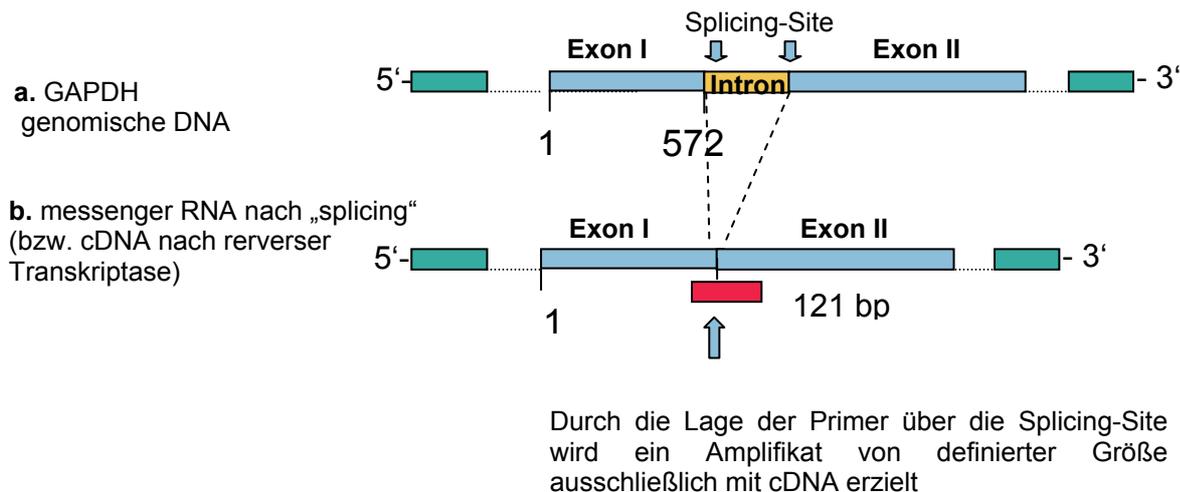
Die einzelnen ELISA waren hoch spezifisch für das jeweilige Zielprotein und zeigten keine Reaktionen mit den übrigen bekannten Möhrenallergenen sowie auf kreuz-reagierende Kohlenhydrat-determinanten. Die entwickelten zweiseitigen (Sandwich-) ELISA besaßen eine ausreichende Sensitivität zur Quantifizierung der natürlich vorkommenden Allergene in Proteinextrakten aus Möhren.

### 3.4 qRT real time PCR

Parallel zu den immunologischen Untersuchungen wurde auf mRNA Ebene untersucht, ob eine erhöhte Transkriptionsaktivität der allergencodierenden Gene nachweisbar ist. Hierzu wurden basierend auf dem Prinzip der qRT real time PCR Systeme für die Allergenisoformen Dau c 1.01 und Dau c 1.02 entwickelt, die in der Lage sind, spezifisch die für die Möhren-Hauptallergene kodierenden Gene zu erfassen (Publikation in Vorbereitung). Der Nachweis

erfolgt über die Zu- bzw. Abnahme von mRNA als Maß für die Transkriptionsaktivität der Zielgene in den Möhren. Zu diesem Zweck wurden insgesamt 13 verschiedene qRT real time PCR Nachweissysteme auf ihre Eignung überprüft. Bei den beiden aus diesen Untersuchungen hervorgegangenen Systemen lagen die errechneten Effizienzen sehr nahe am Idealwert, was ein Ausdruck für die hohe Qualität dieser Systeme ist.

Bei der verwendeten Methode zur Ermittlung der relativen Expressionsraten nach Livak und Schmittgen (2001) wird zur Bestimmung der Transkriptionslevel der allergenkodierenden Gene immer eine sogenannte endogene Kontrolle zur Normalisierung der Werte benötigt.



**Abbildung 3: Diskriminierung genomischer DNA von cDNA durch Lage der Primer über eine Splicing-Site. Bei der genomischen DNA erfolgt keine Primerbindung im Bereich des Introns (a). Durch die Positionierung des *forward* Primers über die *splicing site* kann eine Vervielfältigung in der PCR nur bei der umgeschriebenen messenger RNA (cDNA) erfolgen (b).**

Als endogene Kontrollen eignen sich z.B. Housekeeping Gene ideal, da sie in allen Geweben konstitutiv abgelesen werden. Als Kriterium für deren Auswahl wurde eine möglichst beständige Transkription in verschiedenen Möhrengeweben und die PCR Effizienz definiert. Die qRT real time PCR Systeme für die Gene für das Enzym GAPDH (Glycerinaldehyd-3-Phosphat-dehydrogenase) und das ribosomale Protein S15a zeigten sehr gute Effizienzen. Da beim GAPDH Gen, im Gegensatz zum ribosomalen Protein S15a, die Möglichkeit bestand, ein splicing site überspannendes Primer-System zu entwickeln, wurde GAPDH als Housekeeping Gen ausgewählt. Die Möglichkeit der Diskriminierung zwischen DNA und mRNA zeigt exemplarisch die Abbildung 3. Für alle anderen Systeme wurde nach dem gleichen Prinzip verfahren.

**Tabelle 4: Vorhandene Systeme für den Allergennachweis in Möhren.**

Protein	System
○ Dau c 1.01 + Dau c 1.02 (Bet v 1 homologe Allergene)	○ ELISA ○ RT-PCR
○ Dau c 4 (Profilin-homologes Allergen)	○ ELISA
○ GAPDH (Housekeeping-Gen)	○ ELISA ○ RT-PCR

Nach Abschluss der Optimierungs- und Validierungsarbeiten stehen für die Möhrenhauptallergene Dau c 1.01 und Dau c 1.02 und das Profilanaloge Dau c 4 jeweils ein validiertes Nachweissystem auf immunologischer bzw. nukleinsäure- Ebene zur Verfügung.

### 3.5 Analytik der Ernteproben - 2005

Mit der vorläufigen Auswertung der Analytik der Feldproben liegen erstmals Ergebnisse über den Gehalt der Möhrenallergene Dau c 1.01, Dau c 1.02 und Dau c 4 durch unterschiedliche methodische Ansätze aber an identischem Untersuchungsmaterial vor.

Nach den ersten Auswertungen konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Anbauarten beobachtet werden. Allerdings wurden Unterschiede zwischen den beiden Sorten - Rodelika und Nerac - für die Allergenisoformen Dau c 1.01 und Dau c 1.02 deutlich. Jedoch handelt es sich hierbei um die ersten orientierenden Ergebnisse aus der Anbauperiode 2005. Zu deren Absicherung erfolgt für das Jahr 2006 ein Wiederholungsversuch. Nach Auswertung und Vergleich der unterschiedlichen beobachteten Allergengehalte aus beiden Jahren, erfolgt die Bewertung des allergenen Potentials mit besonderem Blick auf die praktische Relevanz für den allergischen Konsumenten.

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Ziel des Projektes war es, eine valide Aussage über mögliche Unterschiede in der Allergenität von Möhren aus ökologischem und konventionellem Anbau zu treffen. Als Probenmaterial wurden Möhren in marktfähiger Qualität und in einem Anbauversuch untersucht. Innerhalb dieses Feldversuchs wurden zwei verschiedene Möhrensorten unter konventioneller und ökologischer Wirtschaftsweise angebaut. Die Aussaat erfolgte in Hedwigenkoog (Mai 2005) unter Leitung des Gemüsebauberatungsringes Dithmarschen. Krautproben zur Untersuchung des Ernährungsstatus wurden durch die FAL (August 2005) entnommen. Die Ernte der Möhren erfolgte im Oktober 2005 in Dithmarschen.

Für die Analytik wurden insgesamt sechs verschiedene Nachweissysteme auf immunologischer und molekularbiologischer Ebene entwickelt. Für den Nachweis der Isoformen Dau c 1.01 und Dau c 1.02 des Möhrenhauptallergens Dau c 1 wurden jeweils qRT real time PCR Systeme entwickelt und validiert. Bei allen entwickelten Nachweissystemen handelt es sich um Splicing Site überspannende Systeme. In diesem Zusammenhang wurde die in der Familie der Apiaceae vermutete Splicing-Site im Codon 62 für Möhren erstmalig sequenziert und bestätigt. Für die zur relativen Quantifizierung benötigten „Housekeeping“ Gene (HKG) wurde nach einer umfassenden Studie mit verschiedenen Möhrengeweben GAPDH als geeignetes Gen ermittelt und ein entsprechendes qRT real time PCR entwickelt und validiert.

Mittels Immunoblot wurde sowohl die qualitative Eignung der Extraktionsmethode zum Nachweis von Möhrenallergenen bestätigt, als auch mittels spezifischer monoklonaler Antikörper und Tierseren die Isoformen Dau c 1.01 und Dau c 1.02 nachgewiesen. Der spezifische Nachweis und die Quantifizierung der einzelnen Allergenisoformen aus Möhre erfolgte im ELISA gegenüber rekombinanten Referenzallergenen. Die zum Nachweis von Dau c 1.01 und Dau c 1.02 entwickelten zweiseitigen (Sandwich-) ELISA sowie der kompetitive ELISA zum Nachweis des Allergens Dau c 4 wiesen eine ausreichende Sensitivität zur Quantifizierung der natürlich vorkommenden Allergene in Proteinextrakten aus Möhren auf. Alle drei ELISA waren spezifisch für das jeweilige Allergen.

Mit der Auswertung des Feldversuchs von 2005 liegen nun erste Ergebnisse für den Gehalt der Möhrenallergene Dau c 1.01, Dau c 1.02 und Dau c 4 in eindeutig beschriebenem und identisch behandeltem Probenmaterial vor. Diese gaben Hinweise darauf, dass möglicherweise nicht die Art des Anbaus sondern die Wahl der Sorte einen Einfluss auf die

Allergenzusammensetzung und Quantität besitzt. Ein zweiter Anbauversuch wird im Herbst 2006 ausgewertet und dient der Absicherung der statistischen Daten aus dem ersten Anbauversuch. Parallel finden Untersuchungen zur physiologischen Relevanz der Allergengehalte in Möhren anhand eines am PEI entwickelten in vitro Zellkultursystem statt, deren Ergebnisse zum Projektende vorliegen werden.

## 5 Literatur

- Crowell, D.N., John, M.E., Russel, D., Amasino, R.M. (1992). Characterization of a stress-induced, developmentally regulated gene family from soybean. *Plant Mol. Biol.* 18:459-466.
- Jäger, L., Wüthrich, B. (Hrsg.) (2002). *Nahrungsmittelallergien und -intoleranzen*. 2. überarbeitete Auflage, Urban & Fischer Verlag München, Jena.
- Kleine-Tebbe, J., Vogel, L., Crowell, DN, Haustein, UF, Vieths, S. (2002). Severe oral allergy syndrome and anaphylactic reactions caused by a Bet v 1- related PR-10 protein in soybean, *SAM22J Allergy Clin Immunol* 110: 797-804.
- Law BE (Hrsg) (1996) *Immunoassay: A practical guide*. Taylor & Francis Ltd, Bristol.
- Livak, K., J., Schmittgen, T.,D. (2001). Analysis of Relative Gene Expression Data Using Real-Time Quantitative PCR and the  $2^{-\Delta\Delta CT}$  Method. *Methods* 25, 402-408.
- Neudecker, P, Schweimer, K., Nerkamp, J., Scheurer, S., Vieths, S. Sticht, H., Rösch, P. (2001). Solution structure of the major cherry allergen Pru av 1Allergic Cross-reactivity made visible. *J Biol Chem* 276: 22756 – 22763.
- Schnug, E. and Haneklaus, S. (1996). Parameters influencing the calcination of plant materials in muffle furnaces and their importance for micronutrient analysis. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 27, 993-1000, 1996.
- Vieths S., Scheurer S., Ballmer-Weber B. (2002) Current understanding of crossreactivity of food allergens and pollen. *Ann N Y Acad Sci.* 964:47-68.
- Zmp (2004). Verkaufspreise im ökologischen Landbau. *Ökomarkt Jahrbuch 2004*. ZMP Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle für Erzeugnisse der Land-, Forst-, und Ernährungswirtschaft GmbH, Rochusstrasse 2, 53123 Bonn (info@zmp.de).
- Zuberbier T., Edenharter G., Worm M., Ehlers I., Reimann S., Hantke T., Roehr C.C., Bergmann K.E., Niggemann B. (2004). Prevalence of adverse reactions to food in Germany - a population study. *Allergy*: 59: 338-345.

## Danksagung

Dieses Projekt wurde mit Mitteln des Bundesprogramms Ökologische Landwirtschaft (BÖL) unter der Projektnummer 03OE249 finanziert.



# Vorratsschutzforschung für den Ökolandbau als Beitrag zum Verbraucherschutz

CORNEL ADLER

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Vorratsschutz,  
Königin-Luise-Str. 19, 14195 Berlin, Email: c.adler@bba.de

## Abstract

The protection of stored products is an important link between plant protection and consumer protection. The importance of this task is but slowly recognised by organic producer associations because their main focus has so far been on plant protection. European regulations on food safety (178/2002) and hygiene (258/2004) set rules that reach far back into agriculture, e.g. it is now required to document the production of food products in a way that allows them to be traced back to the field. This paper describes new findings of research carried out at the Institute for Stored Product Protection of the Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry in Berlin (BBA). After a brief description of the major stored product pests and their ecological requirements, their orientation towards stored products is mentioned together with methods to avoid their immigration into stored goods.

The basic rules of stored product protection are to store as short, as cool, as dry, as insect-proof and as hygienic as possible. Insect-proof storage of course depends on the size of the potential pest species and tests with wire mesh screens are described. Unbaited and baited traps, thermometers, data loggers and acoustic devices can help to monitor the pest status of a given structure and are useful to detect an infestation before serious damage or spreading of insects occurs.

Control strategies would always start with cleaning surfaces and removing infested goods, physical control methods like the use of extreme temperatures, percussion (entoleters) or sieves may serve as other low-risk methods of pest control as much as workers' safety is concerned. More complex is the use of biological control agents such as parasitic wasps or predators. Parasitoids against stored product moth and some grain beetles are commercially available in Germany. Microbiological agents for pest control, however, are not available at present and require registration just like chemical agents. For organic farmers, some agents such as diatomaceous earth, carbon dioxide or perhaps nitrogen could be suitable, but the only agent listed in the European regulation 2092/91 at present is pyrethrum.

*Keywords: food safety, stored product pests, control strategies*

## Abstrakt

Der Schutz gelagerter Vorräte ist ein wichtiges Bindeglied zwischen Pflanzenschutz und Verbraucherschutz, dessen Bedeutung den Anbauverbänden des Ökolandbaus erst nach und nach bewusst wird, da ihr Hauptaugenmerk naturgemäß auf der Erzeugung liegt. Die Europäischen Verordnungen zur Lebensmittelsicherheit (178/2002) und Hygiene 258/2004 legen Regelungen fest, die weit bis in den Bereich der pflanzlichen Produktion zurück wirken. So ist beispielsweise eine lückenlose Dokumentation der Lebensmittelproduktion vorgeschrieben, die eine Rückverfolgung bis auf den jeweiligen Schlag erlaubt.

Dieser Artikel beschreibt neue Forschungsergebnisse des Instituts für Vorratsschutz der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin (BBA). Nach einer kurzen Erläuterung der bedeutendsten Schädlingsgruppen und ihrer ökologischen Ansprüche wird ihre chemotaktische Orientierung beleuchtet zusammen mit Methoden zur Vermeidung

einer Schädlingsinvasion. Die Grundregeln des Vorratsschutzes sind so kurz, so kühl, so trocken, so insektendicht und so hygienisch wie möglich zu lagern. Natürlich hängt Insektendichtigkeit von den zu erwartenden Schädlingsarten ab. Es werden Versuche mit Siebsätzen vorgestellt.

Beköderte und unbeköderte Fallen, Thermometer, Datalogger und akustische Methoden werden zum Schädlingsmonitoring eingesetzt und sind hilfreich bei der Früherkennung eines Befalls bevor es zu schweren Schäden oder der Ausbreitung von Schadinsekten gekommen ist. Bekämpfungsaktionen sind immer mit der Reinigung von Oberflächen und der Entfernung befallener Produkte verbunden, physikalische Methoden wie die Anwendung extremer Temperaturen, Prallmühlen (Entoletern) oder Sieb- und Sichtungungsverfahren sind Methoden der Schädlingsbekämpfung mit relativ geringem Risiko in Bezug auf Arbeitssicherheit.

Komplizierter ist die Anwendung biologischer Gegenspieler, wie Parasitoiden und Räubern. Parasitische Wespen zur Bekämpfung vorratsschädlicher Motten und einigen Käfern in Getreide sind in Deutschland kommerziell erhältlich. Mikrobiologische Gegenspieler sind jedoch derzeit nicht erhältlich und müssen, wie andere Wirkstoffe, eine Zulassung als Pflanzenschutzmittel erhalten. Einige Wirkstoffe, so wie Kieselgur (Diatomeenerde), Kohlendioxid oder vielleicht auch Stickstoff, könnten möglicherweise zur Schädlingsbekämpfung im Ökologischen Landbau geeignet sein, aber der einzige derzeit in der Europäischen Richtlinie für den Ökolandbau 2092/91 gelistete Wirkstoff ist Pyrethrum.

*Schlüsselwörter: Lebensmittelsicherheit, Vorratsschädlinge, Vorratsschutz*

## **1 Einleitung**

Vorratsschädliche Insekten und Milben verursachen jedes Jahr enorme Schäden, wenn man die Verluste vom Landwirt bis zum Endverbraucher summiert. Weltweit wird von Nachernteverlusten in Höhe von rund 15 Prozent ausgegangen (Schulz 1988). Rechnet man bei der deutschen Getreideernte von 2004 mit einem Verlust von nur einem Prozent, so ergibt sich bei einem angenommenen durchschnittlichen Getreidepreis von 100 Euro/t ein Schaden von 50 Mio. Euro. Kosten, die in Mühlen, Bäckereien und anderen Verarbeitungsbetrieben durch Ausfall der Produktion, Maschinenschäden, Rückrufaktionen, Kontamination oder Schädlingsbekämpfung entstehen, sind in diese Summe nicht eingerechnet.

Brotkäfer (*Stegobium paniceum*) in Gewürzen, Dörrobstmotten (*Plodia interpunctella*) im Frühstücksmüsli, Speckkäfer (*Dermestes spp.*) im Tierfutter sind auch im Privathaushalt ungeliebte Gäste, und doch haben diese Tiere in der Natur eine wichtige Bedeutung, machen sie doch trockene pflanzliche, z.T. auch tierische Produkte wieder zu Kompost und führen sie so dem Naturkreislauf zu. Der Schutz pflanzlicher Ernteprodukte und Erzeugnisse vor Befall und Verderb bis hin zum Konsumenten ist die Schnittstelle zwischen Pflanzen- und Verbraucherschutz. Das Institut für Vorratsschutz der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin befasst sich schon seit über 80 Jahren mit diesem Thema. Der folgende Artikel soll die für den Ökolandbau nutzbaren Forschungsergebnisse darstellen.

## **2 Was sind Vorratsschädlinge?**

Vorratsschädlinge sind in erster Linie Motten, Käfer, Staubläuse und Milben, die lagerfähige Erntegüter, wie Getreide, Ölsaaten, Nüsse, Hülsenfrüchte, Gewürze, Arzneipflanzen, Trockenobst oder Kakaobohnen befallen. Dies sind weltweit rund 100 Tierarten, unter denen besonders die Insekten mit extrem wenig Feuchtigkeit auskommen können. Diese Tiere nutzen sogar die eigenen Atmungsprozesse zur Erzeugung des lebensnotwendigen Wassers und sorgen durch ihren Stoffwechsel für die Erhöhung von Temperatur und Feuchtigkeit im gelagerten Produkt. Zumindest in unseren Breiten kommen diese Insekten jedoch auf dem

Feld in der Regel nicht vor, sondern sind nur in Vorratslagern zu finden. Als Schädlinge können aber außerdem auch Ratten, Mäuse oder Vögel auftreten, die nicht nur Vorräte wegfressen, sondern die verbleibenden Reste zusätzlich mit krankheitserregenden Keimen (z. B. Salmonellen) belasten. Auch Schaben, Fliegen oder Ameisen haben diese unangenehme Eigenschaft, wenn sie beispielsweise in Betrieben der Lebensmittelverarbeitung auftreten. Sie werden deshalb als Hygieneschädlinge bezeichnet. Letztlich sind auch Schimmelpilze und Bakterien schädlich in Vorräten, erzeugen doch z. B. Pilze der Gattungen *Aspergillus* und *Penicillium* hochgiftige Mykotoxine, wie das Aflatoxin A. Diese mikrobiellen Schaderreger können aber nur durch geeignete Lagerung vermieden werden.

### **3 Welches sind die ökologischen Ansprüche der Vorratsschädlinge?**

Werden trockene Ernteprodukte, wie Getreide, gelagert, so haben Insekten die geringsten Ansprüche an diesen Lebensraum. Temperaturen über etwa 13 °C und eine relative Luftfeuchte von mehr als 50 % reichen aus, wenn ein Vorratsschädling auf ein für ihn geeignetes Erntegut trifft. Dabei werden lokal erhöhte Temperaturen und Feuchtegehalte gezielt aufgesucht, die Ansammlung von Individuen führt zusätzlich bald zur Erzeugung günstigerer, nämlich tropischer Klimaverhältnisse mit Temperaturen um 28 °C und einer relativen Feuchte über 70 %. Verunreinigungen wie Staub oder Bruchkorn halten Feuchte und Wärme am Ort und begünstigen dadurch die Befallsentwicklung. Unter solchen Bedingungen keimen auch Schimmelpilze aus und ermöglichen Milben und anderen Schimmelfressern die Massenvermehrung. Aus hochwertigen Ernteprodukten wird auf diese Weise aber schnell eine unansehnliche und möglicherweise mykotoxinverseuchte Masse mit allergenem Potenzial (Adler 2005d).

### **4 Wo beginnt das Befallsrisiko?**

In warmen Ländern können Vorratsschädlinge schon einen im Feld abreifenden Maiskolben befallen, in Mitteleuropa geht man jedoch davon aus, dass Vorratsschädlinge in der Regel erst nach der Ernte auftreten. Dies könnte aber schon in einem nicht ausreichend gereinigten Mähdröschler der Fall sein, so dass frisch geerntetes Getreide anschließend mit Käfern oder Motten eingelagert wird. Bei Temperaturen über 15°C fliegen auch eine Reihe von Schädlingsarten auf der Suche nach neuen Substraten umher. Ein Befall von Getreideresten in den Bauen von Ratten, Mäusen oder Hamstern wurde bisher nicht beschrieben, ist aber durchaus denkbar. Ein weiterer Weg ist die Zuwanderung von Schädlingen aus befallenen Nachbarpartien oder Tierfutter. Hierfür müssen entsprechende Düfte die Orientierung ermöglichen und Öffnungen im Vorratslager oder dem Gebinde die Invasion erlauben.

### **5 Wie finden Schädlinge die Vorräte?**

Insekten orientieren sich im Raum mit Hilfe ihrer Lichtrezeptoren, z. T. auch nach akustischen Signalen, eine bedeutend größere Rolle spielen aber Duftstoffe, die über die Antennen (Fühler) wahrgenommen werden. Nach attraktiven, gasförmigen Lebensmitteldüften, z. B. Fruchtaromen, finden auch vorratsschädliche Insekten die gelagerten Produkte (Abb. 1). Dabei handelt es sich oft um komplizierte, mehr oder weniger leicht flüchtige Kohlenwasserstoffe mit Alkoholen und Aldehyden als funktionelle Gruppen. Insekten selbst signalisieren mit ebenfalls volatilen Botenstoffen (Pheromonen) anderen Artgenossen, sobald sie ein günstiges Habitat (Lebensraum) gefunden haben oder paarungsbereit sind. Die heute synthetisch hergestellten Sexualpheromone können in Fallen eingesetzt werden, um z. B. Vorratslager und Lebensmittelbetriebe auf Schädlingsbefall zu überwachen (Abb. 2).



**Abbildung 1: (Schuppentor mit Getreiderest): Feuchtes Getreide direkt vor einem Getreidelager ist für Insekten und Nager wie eine Einladungskarte**



**Abbildung 2: Pheromonfalle mit Sexualpheromonen zur Befallsüberwachung für Dörrobst- und Speichermotten (Pyraliden).**

## 6 Grundregeln des Vorratsschutzes

Prinzipiell gelten beim Landwirt genau wie in der Lebensmittelindustrie oder im häuslichen Vorratsschrank die gleichen Regeln zur Vermeidung von Befall:

- möglichst kurz lagern
- möglichst kühl lagern
- möglichst trocken lagern
- möglichst insektendicht lagern
- hygienisch lagern (Staubsauger verwenden! helle, gut zu reinigende Lagerorte).

Gerade in Lägern auf landwirtschaftlichen Betrieben, deren Hauptaugenmerk naturgemäß auf der Erzeugung liegt, werden diese Grundregeln jedoch meist nicht ausreichend berücksichtigt. So sind die heute üblichen Metallsilozellen für Getreide nur unter Kostengesichtspunkten, nicht aber in Bezug auf Insektendichtigkeit optimiert (Adler 2004). Wellblechsilos haben eine gut 40 mm breite Öffnung zwischen Wand und Dach, zusätzlich Fugen und Ritzen, die ideale Rückzugsräume für Insekten schaffen. Auf diesem Gebiet sind in Australien bereits vor 20 Jahren neue Standards entwickelt worden, die zum Bau gasdichter Silozellen führten, eine Entwicklung, die in Europa möglichst bald nachvollzogen werden sollte.

## 7 Was bedeutet insektendichte Lagerung?

Die heute noch gebräuchliche Lagerung der Ernteprodukte in offenen Scheunen, Speichern und Wellblechsilos kommt dabei den Vorratsschädlingen sehr entgegen. Stichprobenartige Untersuchungen in landwirtschaftlichen Lägern des Ökolandbaus (Prozell et al. 2004) und des konventionellen Landbaus (Adler, unveröffentl. Daten) zeigten in allen untersuchten Proben mindestens eine Art vorratsschädlicher Insekten, wobei Getreideplattkäfer (*Oryzaephilus surinamensis*), Kornkäfer (*Sitophilus granarius*) und Staubläuse (*Ordnung Psocoptera*) zu den häufigsten Getreideschädlingen gehörten. Da diese Tiere in unseren Klimaten auf dem Feld üblicherweise nicht vorkommen, können sie erst im Vorratslager zuwandern. Daher ist es von entscheidender Bedeutung, das Getreidelager von Resten alten Getreides vor der Einlagerung der neuen Ernte gründlich zu reinigen. Schlupfwinkel sollten beseitigt und möglichst helle, gut zu reinigende Oberflächen geschaffen werden. Damit Insekten nicht aus einem Nachbarlager oder befallenen Futtermitteln zuwandern können, müssen alle Türen und Fenster luftdicht schließen, Ritzen und Fugen im Dach oder Mauerwerk müssen verschlossen werden (Adler 2005b). Eine Belüftung der Ernteprodukte sollte nur durch mit Filtern versehene Lüfter erfolgen.

Versuche mit Siebsätzen haben gezeigt (Adler 2004b), dass die meisten Käferarten ohne Futtersubstrat keine Eier ablegen und durch Öffnungen von einem halben Millimeter nicht mehr eindringen können. Motten, wie die Speichermotte oder die Dörrobstmotte legen jedoch auch ohne Futtersubstrat Eier an Öffnungen, aus denen Futterdünste entweichen. Die aus den Eiern schlüpfenden kleinen Larven können dann auch durch Öffnungen von kaum mehr als einem Zehntel Millimeter einwandern, weshalb auch original verpackte Lebensmittelpackungen oft nicht ausreichend geschützt sind. Hier gilt es, sowohl bei Lagerhaltern als auch in der Lebensmittelindustrie das Problembewusstsein zu schärfen. Leider sind die niedrigen Getreidepreise ein geringer Anreiz, in erstklassige Vorratslager zu investieren. Allerdings rentiert sich gerade im Ökolandbau eine befallsfreie Lagerung schon deutlich früher als im konventionellen Anbau (Adler 2004d). Wer kein insektendichtes Lager erstellen will, sollte dann lieber gleich nach der Ernte seine Produkte verkaufen, statt das Risiko einer Qualitätsminderung durch Befall einzugehen. Denn auch nach einer

erfolgreichen Bekämpfung bleibt die Befeuchtung, Erwärmung, Beschädigung und wenigstens ein Teil der Kontamination im Produkt.

## **8 Insektendichte Papierbeutel und Faltschachteln**

In Projekten mit Förderung durch den Forschungskreis der Ernährungsindustrie und das Bundesministerium für Forschung und Technologie wurden am Institut für Vorratsschutz der BBA in Kooperation mit Packmittelherstellern bereits vor Jahren insektendichte Papierbeutel und Faltschachteln entwickelt (Wohlgemuth & Reichmuth 1998, Rassmann 2005a). Besonderes Augenmerk verdienen hier die Verschlüsse. So sollten Faltungen am Tütenboden mit einer zusätzlichen Lage überklebt werden. Gerollte Verschlüsse von Tüten sollten nicht punktuell sondern durchgängig verklebt sein. Faltschachteln können so konstruiert werden, dass die Laschen eingefalzt sind und ohne Spannungen ineinander passen. Wird durch geeignete Konstruktion die Entstehung von Lücken in den Ecken vermieden und das Ganze mit einer guten Verklebung kombiniert, ist die Schachtel dicht gegen Befall auf dem Vertriebsweg. Nur sehr wenige vorratsschädliche Insektenarten bohren sich durch Materialien hindurch, und wenn kein attraktiver Duft nach draußen dringt, fehlt hierfür auch die Motivation.

## **9 Einen Befall rechtzeitig entdecken?**

Ist es trotz guter Schädlingsvermeidung doch einmal zu einem Befall gekommen, so gilt es, diesen schnellstmöglich zu entdecken. Dies ist wichtig, da sich zunächst ein kleiner Befallsherd bildet, an dem die Insekten durch Atmung lokal höhere Temperaturen und Feuchtegehalte erzeugen. Da ein geschlechtsreifes Weibchen oft aber mehrere hundert Eier ablegen kann, ist schnell der gesamte Vorrat zerstört. Fallen, die unbeködert oder beködert sein können, wie die bereits erwähnten Pheromonfallen, spielen eine wichtige Rolle (Prozell et al. 2004). In großen Getreidelägern findet man auch Temperaturfühler rasterartig im Korn verteilt, die frühzeitig einen zu lokaler Temperaturerhöhung führenden Befallsherd durch Meldung an einen Zentralrechner anzeigen. Manche Insektenbrut, wie die des Kornkäfers und der Getreidemotte, entwickelt sich verborgen im Inneren des Getreidekorns. Diese Stadien lassen sich akustisch entdecken, indem ihre Fraßgeräusche so verstärkt werden, dass man sie mit einem Kopfhörer hören kann. In Kooperation mit einer Firma wurde im BBA-Institut für Vorratsschutz ein derartiger Larvendetektor bis zur Serienreife entwickelt und ist seit mehreren Jahren kommerziell erhältlich.

## **10 Schädlinge ungiftig und rückstandsfrei bekämpfen?**

### **10.1 Physikalisch**

Wird in einem Warenlager eines Lebensmittelbetriebes ein befallener Sack Kakao, Trockenobst, Nüsse oder Getreide entdeckt, so reicht es oft aus, dieses Gebinde aus dem Vorratslager zu entfernen und die Umgebung gründlich zu saugen und reinigen. Hat man die Schädlingsart bestimmt, so kann man weitere, von dieser Art besiedelte Produkte genau auf Befall untersuchen. Je nach Produkt können die Insekten in einem Sack beispielsweise durch Tiefgefrieren auf minus 20 °C oder Erhitzen auf 60 °C abgetötet werden (Adler & Rassmann 2000). Die Anwendung der Gefriertechnik ist für wertvolle Güter wie Nüsse, Trockenobst und Tees oft produktschonender, wobei die toten Insekten vor einer Weiterverarbeitung natürlich ausgereinigt werden müssen. Entscheidend für die Abtötung ist die Bildung von Eiskristallen im Insekt. Dies ist der Grund, warum tropische Tiere schon bei etwa minus 6 °C abgetötet werden können, während einheimische und saisonal an winterliche Kälte angepasste Insekten auch minus 10 °C noch recht lange überleben. Jedes Produkt und jede Gebindeart hat eine unterschiedliche Wärmeleitfähigkeit. Daher muss die Einwirkzeit extremer Temperaturen

zuvor in Versuchen ermittelt werden, damit auch im Kern der Ware die abtötende Wirkung erzielt wird.

Hohe Temperaturen werden zunehmend in leeren Lagerräumen und in Lebensmittel verarbeitenden Betrieben wie Mühlen und Bäckereien eingesetzt. Hier sind tropische Arten wie Getreidekapuziner und Tabakkäfer deutlich toleranter als Reismehlkäfer und Kornkäfer (Adler 2003, 2004a, Adler & Große 2004, Tab. 1). Auch Holzwürmer im Dachstuhl können durch Hitze bekämpft werden. In allen Fällen muss aber sichergestellt sein, dass die Tiere nicht in unzureichend erhitzten Bereichen, in Staubbänken oder anderen Isolationsmedien Unterschlupf finden. Vorteilhaft bei der Wärmebehandlung ist außerdem, dass der Lagerhalter oder die Verantwortliche während der Behandlung anwesend sein kann und sieht, aus welchen Bereichen die Schadinsekten auswandern. Diese persönlichen Erfahrungen führen dann in der Regel dazu, kritische Ritzen, Fugen und Maschinenteile baulich zu verbessern oder in Zukunft regelmäßig zu inspizieren und zu reinigen.

**Tabelle 1.: Einwirkzeiten zur Abtötung aller Stadien vorratsschädlicher Insekten durch hohe Temperaturen (hinter der Einwirkzeit ist jeweils das toleranteste Entwicklungsstadium angegeben).**

Käferart	Letale Einwirkzeit bei 45°C	Letale Einwirkzeit bei 50°C	Letale Einwirkzeit bei 55°C
<i>Rhizopertha dominica</i>	6000 min (100 h) (gr. Larven/Puppen)	370 min (gr. Larven/Puppen)	45 min (gr. Larven/Puppen)
<i>Lasioderma serricorne</i>	2400 min (40 h) (gr. Larven/Puppen)	370 min (Eier)	45 min (Eier)
<i>Tribolium castaneum</i>	1800 min (30 h) (Larven)	35 min (Larven/Pupp./Käfer)	20 min (Larven/Pupp./Käfer)
<i>Cryptolestes pusillus</i>	1200 min (20 h) (gr. Larven/Puppen)	65 min (gr. Larven/Puppen)	20 min (Larven)
<i>Sitophilus granarius</i>	540 min (9 h) (gr. Larven/Puppen)	40 min (gr. Larven/Puppen)	30 min (gr. Larven/Puppen)
<i>Sitophilus zeamais</i>	660 min (11h) (gr. Larven/Puppen)	45 min Käfer	30 min Käfer

## 10.2 Biologisch

Makro-biologische Gegenspieler, also Räuber und Parasitoide, sind von der Zulassung als Pflanzenschutzmittel befreit und können zur Schädlingsbekämpfung freigesetzt werden, soweit sie einheimisch sind, also auch natürlich vorkommen (Schöller et al. 1997). In diesem Zusammenhang sollte aber klar sein, dass dieser Einsatz eher einen vorbeugenden Charakter hat und geeignet ist, kleine Schädlingspopulationen langfristig niedrig zu halten (Reichmuth & Steidle 2002, Steidle & Reichmuth 2003). Ein schwerer Befall ist so nicht zu bekämpfen, da die Nützlinge alle Schädlinge finden müssen, meist nur ein Entwicklungsstadium parasitieren und durch die Entwicklung von Wärme, Fraßmehl und Feuchtigkeit in ihrer Wirksamkeit beeinträchtigt werden. Außerdem würden die Kosten einer solchen Bekämpfungsaktion den wirtschaftlich vertretbaren Rahmen sprengen. Trotzdem ist die biologische Bekämpfung nach der Reinigung leerer Lagerräume, in Mühlen, rund um die Lagerung verpackter Lebensmittel oder evtl. auch bei der Einlagerung frischer Ernteprodukte ein interessantes Verfahren (Reppchen et al. 2003, Adler 2005a).

Ein vom Bundesprogramm Ökologischer Landbau gefördertes Projekt befasste sich mit dem Einsatz biologischer Gegenspieler im Getreidelager und erarbeitete ein EDV-gestütztes

Programm zur Lagerung und zum Schädlingsmanagement (Schöller & Prozell 2003, Schöller et al. 2004). Auch das Risiko der Produktkontamination durch den Einsatz von *Trichogramma* im Bereich gelagerter, verpackter Lebensmittel wurde untersucht und für eher gering befunden (Ambrosius et al. 2006). Innerhalb der Europäischen Union werden derzeit nur in Deutschland Nützlinge, wie *Trichogramma evanescens*, das Ameisenwespen *Habrobracon hebetor* und die Lagererzwespe *Lariophagus distinguendus* kommerziell angeboten, nachdem sie in Versuchen am Institut für Vorratsschutz der BBA auf ihre Wirksamkeit hin untersucht wurden (Prozell & Schöller 2003).

## 11 Pflanzenschutzmittel für den Ökologischen Landbau

Mittel und die in ihnen enthaltenen Wirkstoffe zur Bekämpfung von Schädlingen in pflanzlichen Erzeugnissen müssen nach Pflanzenschutzrecht von der Bundesanstalt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL, siehe Internet: [www.bvl.bund.de](http://www.bvl.bund.de)) zugelassen sein. Dies ist unabhängig von der Frage, ob der eingebrachte Wirkstoff überwiegend physikalisch oder physikochemisch wirkt, da sichergestellt werden muss, ob es möglicherweise gefährliche Nebenwirkungen oder Verunreinigungen gibt. Wirkstoffe, die für den europäischen Ökolandbau zulässig sind, müssen darüber hinaus in Anhang II der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 gelistet sein. Zusätzlich empfehlen die Anbauverbände selbst einzelne Wirkstoffe, die jedoch nur eingesetzt werden dürfen, wenn sie auch in Deutschland zugelassen sind und in der Verordnung Nr. 2092/91 stehen. Leider haben es die Anbauverbände bisher noch nicht vermocht, wirksame und aus ökologischer Sicht unbedenkliche Wirkstoffe zur Bekämpfung vorratsschädlicher Insekten, wie das ursprünglich von aquatischen Kieselalgen erzeugte Kieselgur, das Atmungsendprodukt Kohlendioxid oder den in unserer Luft zu 80 % enthaltenen Stickstoff, in den Anhang der Verordnung Nr. 2092/91 aufnehmen zu lassen. Kieselgur (Diatomeenerde) ist chemisch mit Quarzsand identisch, da es aus Siliziumoxid besteht. Im Gegensatz zu Sand ist Kieselgur jedoch nicht kristallin, sondern amorph und kann deshalb nach versehentlichem Einatmen von der Lunge wieder ausgeschieden werden. Feiner Sandstaub dagegen reizt die Atemwege und kann eine Staublunge (Silikose) verursachen.

Die Wirksamkeit verschiedener Kieselgure wurde in zahlreichen Untersuchungen des Instituts für Vorratsschutz der BBA gegen verschiedene Insektenarten getestet (Mewis & Reichmuth 1999, Mewis & Ulrichs 1999, 2001, Prasantha et al. 2003). Der Reismehlkäfer (*Tribolium confusum* und *T. castaneum*) erwies sich dabei als vergleichsweise widerstandsfähig, auch die Artzusammensetzung der Kieselalgen, aus denen das Kieselgur gebildet wurde, hat einen Einfluss auf die Wirksamkeit der Diatomeenerde. Kieselgur wird bereits seit langem zum Filtern von Säften oder Bier, als abrasives Teilchen in Zahnpaste oder als Haftkörper für Tinte in Overheadfolien eingesetzt. Eine Zumischung von wenigen Prozent Kieselgel kann helfen, die Wirksamkeit des Kieselgurs auch bei erhöhter Luftfeuchte sicherzustellen (Weishaupt et al. 2004).

Pflanzenextrakte sind ebenfalls Gegenstand der Forschung, da sie zur Anlockung und auch zur Abwehr vorratsschädlicher Insekten eingesetzt werden können (Adler 2001, Ogema et al. 2004, Tapondjou et al. 2004, 2005). Eine Zulassung für Pflanzenextrakte wie Neemöl oder Nelkenöl gibt es derzeit im Vorratsschutz nicht, einzelne Extrakte, wie z. B. von Quassia, dürfen jedoch im eigenen Betrieb (nach Paragraph 6a Pflanzenschutzgesetz) vom Anwender selbst hergestellt werden. Diese rechtlichen Aspekte sind für den einzelnen Lagerhalter schwer zu durchschauen, daher empfiehlt sich in Zweifelsfällen eine Rückfrage bei der Kontrollstelle.

## 12 Fazit

Der Schutz gelagerter Ernteprodukte wird erst nach und nach als wichtiges Element des Ökologischen Landbaus erkannt, da er dem eigentlichen Anbauprozess nachfolgt. Hier gilt es, möglichst einheitliche Richtlinien und Kriterien zu entwickeln, die den Erzeugern klare und rechtlich eindeutige Handlungsalternativen aufzeigen. Ein guter Vorratsschutz gelingt nur durch die Kombination von Verfahren zur Vermeidung, Früherkennung und Bekämpfung, wobei die Schädlingsvermeidung durch ausgeklügelte Lagerungstechnik immer wichtiger wird. Die Bekämpfung als letzte Option dürfte wegen der zunehmenden Bedeutung der Produktqualität zukünftig eher an Bedeutung verlieren. Das Institut für Vorratsschutz der BBA versteht seine Arbeit als Forschung für die Praxis und freut sich daher über Fragen und Informationen aus der Praxis.

Informationen im Internet unter

[www.bba.de](http://www.bba.de) (hier: Institute/Institut für Vorratsschutz)

<http://www.bba.de/oekoland/index.htm> (hier: Vorratsschutz)

## 13 Literatur

- Adler, C. (2005a) Stored product protection problems suitable for bio-control. -In: Stengard-Hansen, L., Wakefield, M., Lukás, J., Stejskal, V. (eds.) Proc. 5<sup>th</sup> Meeting of Working Group 4 of COST Action 842, Barcelona, October 27-28, 2004, Research Institute of Crop Protection, Prague, S. 27-30.
- Adler, C. (2005b) Schädlinge vermeiden und frühzeitig erkennen! Der Pflanzenarzt, 58 (6-7), S. 24 – 27.
- Adler, C. (2005c) Vorratsschädlinge und ihre Vermeidung Der Lebensmittelbrief, 16/1+2, S. 35-36.
- Adler, C. (2005d) Vorräte, Vorratslager, Vorratsschädlinge und Schädlingsvermeidung. In: Schädlingsbekämpfung in der Lebensmittelproduktion, 1. Aufl., S. 11-17.
- Adler, C. (2004a) Control of *Cryptolestes pusillus* (Col., Cucujidae) and *Tribolium confusum* (Col., Tenebrionidae) at high temperatures. In: Integrated Protection in Stored Products. Proceedings of the meeting of the IOBC-WPRS working group 'Integrated Protection of Stored Products', Kusadasi, 16-19 September 2003, IOBC Bulletin 27 (9), S. 211-214
- Adler, C. (2004b) Significance of hermetic seals, controlled ventilation, and wire-mesh screens to prevent the immigration of stored product pests-Integrated Protection of Stored Products, IOBC Bulletin, 27 (9), S. 13-16.
- Adler, C. (2004c) Befallsvermeidung durch hermetischen Abschluss, kontrollierte Belüftung oder mindestens insektendichten Abschluss?-Mitt. Deut. Phytom. Ges., 34, S. 28-29
- Adler, C. (2004d): Lagerung trockener Erntegüter im Erzeugerlager – kostengünstig oder zu billig? (Storage of durable products and producer's level – economical or too cheap?). In: 54. Deutsche Pflanzenschutztagung, Hamburg 20.-23. September 2004. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstw., 396, S. 179-180.
- Adler, C. (2003) Efficacy of heat treatments against the tobacco beetle *Lasioderma serricornis* F. (Col., Anobiidae) and the lesser grain borer *Rhyzopertha dominica* F. (Col., Bostrichidae). Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Working Conference on Stored Product Protection. 22-26 July 2002, York, UK Eds.: Credland, P.F., Armitage, D.M., Bell, C.H., Cogan, P.M., Highley, E. S. 617-621
- Adler, C. (2002a) Zur Widerstandsfähigkeit des Getreidekapuziners (*Rhyzopertha dominica* F., Col. Bostrychidae) und des Tabakkäfers (*Lasioderma serricornis* F., Col., Anobiidae) gegen die Hitzebehandlung.-In: 53. Deutsche Pflanzenschutztagung, Bonn, 16.-19. September 2002. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft. Berlin, 390, S. 231.
- Adler, C. (2002b) Vermeidung, Früherkennung und Bekämpfung vorratsschädlicher Insekten in lagerfähigen Produkten des ökologischen Landbaus.-In: 53. Deutsche Pflanzenschutztagung, Bonn, 16.-19. September 2002. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft. Berlin, 390, S. 202-203
- Adler, C. (2001) Phytochemicals for Stored Product Protection – Chances and Limitations. Proceedings of the First Meeting of COST 842 WG 4: Lisbon 6-7<sup>th</sup> September 2001, S. 24-28
- Adler, C., Große, N. (2004): Wirkung hoher Temperaturen zwischen 45°C und 55°C auf vorratsschädliche Insekten (Efficacy of high temperatures between 45°C and 55°C against stored product insects). In: 54. Deutsche Pflanzenschutztagung, Hamburg 20.-23. September 2004. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstw., Heft 396, S. 438-439.

- Adler, C. & Rassmann, W. (2000) Utilisation of extreme temperatures in stored product protection. In: Adler, C. and Schoeller, M. (eds.): Proceedings of the meeting of the IOBC-WPRS study group 'Integrated Protection of Stored Products', Berlin, 22-24 August 1999, IOBC-Bulletin, 23 (10), S. 257-262.
- Ambrosius, F., Adler, C., Reichmuth, Ch., Steidle, J.L.M. (2006) Invasion of *Trichogramma evanescens* into food packages and the risk of food contamination. Implementation of biocontrol in practice in temperate regions – present and near future. DIAS report, 119, S. 109-117.
- Mewis, I., Reichmuth, Ch. (1999) Diatomaceous earths against the coleoptera granary weevil *Sitophilus granarius* (Curculionidae). The confused flour beetle *Tribolium confusum* (Tenebrionidae). The Mealworm *Tenebrio molitor* (Tenebrionidae).-Eds.: Zuxun, J., Quan, L., Yongsheng, L., Xianchang, T., Lianghua, G.: Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Working Conference on Stored-product Protection. 14-19 October 1998, Beijing, P.R. China, Sichuan Publishing House of Science & Technology, Chengdu, Sichuan Province, P.R. China, Vol. 1, S. 765-780.
- Mewis, I., Ulrichs, Ch. (1999) Wirkungsweise amorpher Diatomeenerden auf vorratsschädliche Insekten. Untersuchung der abrasiven sowie sorptiven Effekte.-Anz. Schädlingskunde-72, S. 113-121.
- Mewis, I.; Ulrichs, Ch (2001) Auswirkung von Diatomeenerde auf den Wasserhaushalt des Kornkäfers: *Sitophilus granarius* (L.) (Col., Curculionidae) und möglicher Einsatz innerhalb des Vorratsschutzes.-J. Appl. Ent., 125, S. 351-360.
- Ogemah, V.; Reichmuth, Ch.; Büttner, C.; Adler, C. (2004) Effect of neem oil on predatory ability of *Teretriosoma nigrescens* Lewis on *Prostephanus truncates* (Horn), Integrated Protection of Stored Products, IOBC Bulletin, 27 (9), 2004, S. 135 – 142.
- Prasantha, B.D. Rohitha, Reichmuth, Ch., Büttner, C. (2003) Effect of diatomaceous earths on the reproductive performance of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae).-Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Working Conference on Stored Product Protection. 22-26 July 2002, York, UK Eds.: Credland, P.F., Armitage, D.M., Bell, C.H., Cogan, P.M., Highley, E., S. 208-216.
- Prozell, S.; Schöller, M. (2003) Five years of biological control of stored-product moths in Germany.- Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Working Conference on Stored Product Protection. 22-26 July 2002, York, UK Eds.: Credland, P.F., Armitage, D.M., Bell, C.H., Cogan, P.M., Highley, E., S. 322-324.
- Prozell, S., Schöller, M., Steidle, J., Reichmuth, Ch. (2004) Monitoring von Vorratsschädlingen im Getreidelager.-Mitt. Deut. Phytom. Ges.-34, S. 27-28.
- Rassmann, W. (2005a) Schädlingsvermeidung durch Verpackungsschutz. Schädlingsbekämpfung in der Lebensmittelproduktion. Schriftenreihe Lebensmittelchemische Gesellschaft, Band 26,-1. Aufl., S. 103-104.
- Reichmuth, Ch., Steidle, J. (2002) Bekämpfung von Kornkäfern in Lagergetreide mit Schlupfwespen. Mühle+ Mischfutter, 139, S. 742.
- Reppchen, A., Schöller, M. Prozell, S., Adler, C., Reichmuth, CH., Steidle, J. (2003) The granary weevil *Sitophilus granarius* is suppressed by the parasitoid *Lariophagus distinguendus* Förster (Hymenoptera: Pteromalidae).-Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Working Conference on Stored Product Protection. 22-26 July 2002, York, UK Eds.: Credland, P.F., Armitage, D.M., Bell, C.H., Cogan, P.M., Highley, E., S. 230-232.
- Schöller, M., Prozell, S., Reichmuth, Ch., Dau, B., Rossberg, D., Steidle, J. L. M. (2004) Voel 1.0: A decision-support software for protection of organic stored-products.-Proceedings, 5<sup>th</sup> meeting of COST Action 842, WG 4, Barcelona, S. 35-40.
- Schöller, M., Prozell, S. (2003) Biological control. Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Working Conference on Stored Product Protection. 22-26 July 2002, York, UK Eds.: Credland, P.F., Armitage, D.M., Bell, C.H., Cogan, P.M., Highley, E., S. 1057-1058.
- Schöller, M., Prozell, S., Al-Kirshi, A.G., Reichmuth, Ch. (1997) Towards biological control as a major component in integrated pest management in stored product protection. Journal of Stored Product Research 33, S. 81-97.
- Schulz, F.A. (1988) Vorratsschutz zwischen Wissenschaft und Praxis. Gesunde Pflanze 40, S. 2-4.
- Steidle, J. L. M, Reichmuth, Ch.. (2003) Bekämpfung von Kornkäfern in Lagergetreide mit Schlupfwespen.- Mühle + Mischfutter, 140, S. 270-273.
- Steidle, J. L. M., Prozell, S., Schöller, M. (2003) Host-finding ability of *Lariophagus* (Hymenoptera: Pteromalidae), a potential natural enemy for the biological control of stored product pest beetles.- Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Working Conference on Stored Product Protection. 22-26 July 2002, York, UK Eds.: Credland, P.F., Armitage, D.M., Bell, C.H., Cogan, P.M., Highley, E., S. 84-86
- Tapondjou, A.L. ; Adler, C.; Fontem, D.A.;Bouda, H.; Reichmuth, C. (2005) Bioactivities of cymol and essential oils of *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus saligna* against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusum* du Val, Journal of stored Products Research 41, S. 91-102.
- Tapondjou, A.L., Adler, C., Djoukeng, J.D., Bouda, H., Reichmuth, C. (2004) Comparative potential of powders and essential oils from leaves of *Clausena anisata* and *Eucalyptus saligna* to protect stored grains from attack by *Callosobruchus maculatus* and *C. chinensis* (Col., Bruchidae). In: Proceedings of the meeting

- of the IOBC-WPRS working group 'Integrated Protection of Stored Products', Kusadasi, 16-19 September 2003, IOBC Bulletin 27 (9), S. 117-126.
- Völk, F.; Reichmuth, Ch.; Ulrichs, Ch. (2004) Wirksamkeitsüberprüfung hydrophobisierter Diatomeenerden bei unterschiedlichen relativen Luftfeuchten gegenüber vorratsschädlichen Insekten.-Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtschaft, 54. Deutsche Pflanzenschutztagung, Hamburg, 396, S. 441.
- Weishaupt, B.; Völk, F.; Reichmuth, Ch; Ulrichs, Ch. (2004) Vergleich hydrophobisierter und nicht hydrophobisierter Diatomeenerden auf ihre Wirksamkeit gegenüber vorratsschädlichen Insekten. -Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtschaft, 54. Deutsche Pflanzenschutztagung, Hamburg, 396, S. 440.
- Wohlgemuth, R. & Reichmuth, Ch. 1998: Verpackung zum Schutz von Vorräten gegen Insekten. In: 100 Jahre Pflanzenschutzforschung – Wichtige Arbeitsschwerpunkte im Vorratsschutz, Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft 342, Parey Buchverlag Berlin, S. 325-336.



## **Sekundäre Pflanzenstoffe in ökologisch und konventionell angebautem Gemüse und Obst**

CORINNA RÜFER UND BERENIKE STRACKE

Institut für Ernährungsphysiologie, Bundesforschungsanstalt für  
Ernährung und Lebensmittel, Karlsruhe

### **Abstrakt**

Sekundäre Pflanzenstoffe stellen wertgebende Inhaltsstoffe in pflanzlichen Lebensmitteln dar, denen gesundheitsfördernde Eigenschaften zugeschrieben werden. So geht eine hohe Zufuhr an sekundären Pflanzenstoffen, wie Carotinoiden und Polyphenolen, mit einem signifikant verringerten Risiko, an Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Krebs zu erkranken, einher. Die den protektiven Wirkungen der sekundären Pflanzenstoffe zugrundeliegenden Mechanismen, beispielsweise ihre antioxidative Kapazität, werden gegenwärtig intensiv untersucht.

Ob die Anbauweise einen Einfluss auf die Konzentration an sekundären Pflanzenstoffen und das antioxidative Potenzial hat, ist bisher wenig erforscht. Ziel dieser Studie ist es daher, den Einfluss der Anbauweise (ökologisch bzw. konventionell) auf den Gehalt an sekundären Pflanzenstoffen sowie auf die antioxidative Kapazität von Äpfeln (Elstar; Golden Delicious) und Karotten (Narbonne; Nerac) zu untersuchen.

Dazu wurden der Polyphenolgehalt in Äpfeln sowie der Carotinoidgehalt in Karotten nach Aufreinigung mittels HPLC/DAD/MS identifiziert und quantifiziert. Das antioxidative Potenzial wurde mit drei *in vitro*-Testsystemen bestimmt: dem ORAC-, TEAC- sowie dem FRAP-Test. Es zeigte sich, dass hinsichtlich des Polyphenolgehalts in Äpfeln sowohl bei der Sorte Elstar als auch bei der Sorte Golden Delicious keine Unterschiede zwischen der konventionellen und ökologischen Anbauweise existierten. Dagegen wies die Sorte Elstar signifikant höhere Gehalte an Polyphenolen sowie ein höheres antioxidatives Potenzial auf als die Sorte Golden Delicious. Im Falle der Karotten wies die Sorte Narbonne für Lutein signifikant niedrigere Werte bei biologischem Anbau auf. Bei der Sorte Nerac konnten signifikant höhere Gehalte an  $\alpha$ - und  $\beta$ -Carotin sowie am Gesamtcarotinoidgehalt in den konventionellen Proben nachgewiesen werden. Die antioxidative Wirkung unterschied sich bei beiden Sorten nicht zwischen den Anbauarten. Es konnten auch keine sortenspezifischen Unterschiede im Carotinoidgehalt und der antioxidativen Kapazität nachgewiesen werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Anbauweise unter gleichen Bedingungen einen geringen Einfluss auf die ernährungsphysiologische Qualität von Äpfeln und Karotten hat.

Dieses Projekt wird durch das „Bundesprogramm Ökologischer Landbau“ gefördert.



## Bekämpfung von *Rhizoctonia solani* mittels bakterieller Antagonisten

RITA GROSCH<sup>1</sup>, ANDREAS KOFOET<sup>1</sup> und GABRIELE BERG<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt e.V., Echtermeyer Weg 1, 14979 Großbeeren,  
grosch@igzev.de

<sup>2</sup> TU Graz, Umweltbiotechnologie Petersgasse 12, A-8010 Graz, Austria, gabriele.berg@TUGraz.at

### Abstrakt

*Rhizoctonia solani. solani* Kühn ist ein ubiquitärer Bodenpilz, der an landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturen ökonomisch relevante Ertragsverluste verursachen kann. Im gesamten südbayerischen Anbaugebiet wird von einer endemischen Existenz von *R. solani* ausgegangen. Nach Aussagen der Produzenten haben Probleme durch den Erreger in einigen Gemüseanbaugebieten (Oberbayern, Pfalz) ebenfalls zugenommen. Bei Ausweitung des ökologischen Anbaus auf derzeit konventionell bearbeiteten Flächen hat man sich daher mit dem Erreger *R. solani* auseinander zu setzen. Trotz der Einhaltung von Fruchtfolgen und der Richtlinien der EU-Verordnung für den ökologischen Landbau stellt *R. solani* im ökologischen Anbau an verschiedenen Kulturen ein Problem dar.

Eine Lösung zur Bekämpfung von *R. solani* bietet der biologische Pflanzenschutz durch Einsatz natürlicher Gegenspieler (Antagonisten) als Biological Control Agents (BCAs). Ziel des Projektes ist daher die Entwicklung einer biologischen Bekämpfungsstrategie gegen *R. solani* auf der Basis von Antagonisten, welche der Aktivität des Erregers z.B. durch Mykoparasitismus oder Stärkung der Pflanzengesundheit entgegen wirken.

Im Rahmen des Projektes wurden 434 bakterielle Isolate auf der Basis eines hierarchischen Screeningsschemas aus verschiedenen in vitro und ad planta Methoden hinsichtlich ihrer Eignung als Biological Control Agents (BCAs) gegen *R. solani* geprüft (Faltin et al. 2004). Im Ergebnis der in vitro Untersuchungen wurden 18 bakterielle Isolate mit effizienter antifungischer Wirkung selektiert, deren krankheitsunterdrückende Wirkung an Kartoffel, Salat und Zuckerrübensämlingen unter krankheitsbegünstigenden Bedingungen untersucht wurde.

Insbesondere die bakteriellen BCAs B1 (*Pseudomonas putida*), B2 (*P. fluorescens*) und B4 (*Serratia plymuthica*) zeigten eine wiederholte, signifikante krankheitsunterdrückende Wirkung, z. B. bis zu 60 % durch B1 an Kartoffelkeimlingen. Die Ergebnisse erster Feldversuche mit den bakteriellen Antagonisten B1, B2 und B4 an Kartoffel und Salat bestätigten deren krankheitsunterdrückende Wirkung.



# **Wertprüfungen für den Ökolandbau bei Winterweichweizen, Sommergerste und Kartoffel**

UTA SCHNOCK  
Bundessortenamt, Hannover

## **Abstrakt**

### **Grundlage der Sortenzulassung und der Wertprüfung**

Das Saatgutverkehrsgesetz ist ein Verbraucherschutzgesetz. Es soll sicherstellen, dass Landwirt und Gartenbauer nur hochwertiges Saatgut guter Sorten angeboten wird. Daher darf bei landwirtschaftlichen Arten und Gemüse nur Saatgut zugelassener Sorten vermarktet werden. Für die Sortenzulassung ist das Bundessortenamt zuständig. Voraussetzung für die Zulassung sind neben Unterscheidbarkeit, Homogenität und Beständigkeit bei landwirtschaftlichen Arten auch der landeskulturelle Wert. Nach derzeitigen Regeln gilt dies auch für Sorten, die im ökologischen Anbau gezüchtet wurden oder die für den ökologischen Anbau bestimmt sind.

Der landeskulturelle Wert wird durch das Bundessortenamt in einer zwei- bis dreijährigen Wertprüfung festgestellt. Die Wertprüfungen werden für jede Pflanzenart jährlich an etwa 15 über das Bundesgebiet verteilten Orten angelegt. Die Feldprüfungen werden ergänzt um spezielle Prüfungen zur Feststellung der Resistenz- und Qualitätseigenschaften. Im Zulassungsverfahren werden die Sorten üblicherweise ohne den Einsatz von chemischen Behandlungsmitteln (Fungizide, Wachstumsregulator) geprüft, um die sortenunterschiedlichen Anbau-, Resistenz-, Ertrags- und Qualitätseigenschaften beurteilen zu können.

Soweit aus Sicht des Züchters für die Beurteilung des landeskulturellen Wertes die Prüfung einer Sorte unter ökologischen Bedingungen erforderlich ist, werden vom Bundessortenamt solche Prüfungen zusätzlich angelegt.

### **Untersuchungen des Bundessortenamtes zur Entwicklung von Prüfungsverfahren im ökologischen Landbau**

Das Ergebnis von zwei im Bundessortenamt veranstalteten Tagungen über die Prüfung von Sorten im ökologischen Landbau war, dass die Sortenwertprüfungen in der vom Bundessortenamt bisher praktizierten Form bereits wichtige Informationen für die Sortenwahl im ökologischen Landbau ergeben. Für einige im Ökolandbau wichtige Eigenschaften sollte der Eigenschaftskatalog aber überprüft und ggf. erweitert werden.

Da es für die meisten der zusätzlich zu prüfenden Eigenschaften, z.B. Beikrautunterdrückungsvermögen, Striegelfähigkeit, Nährstoffaneignungsvermögen bislang noch keine einfachen Methoden zur Erfassung gibt, ergab sich in dieser Hinsicht Forschungsbedarf. Das Bundessortenamt wurde im Frühjahr 2004 mit einem Projekt zu methodischen Untersuchungen im Ökolandbau im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau beauftragt. Das Projekt umfasst Kartoffel, Winterweizen und Sommergerste. Die Laufzeit ist auf 2004, 2005 und 2006 begrenzt. Ziel ist es herauszufinden, welche Eigenschaften über die in den Richtlinien bereits verankerten hinaus in einer solchen Wertprüfung festgestellt werden sollen und können.



## **‘Pre-breeding‘ auf *Phytophthora*-Resistenz der Kartoffel – Ergebnisse eines laufenden Langzeitprojekts und Aussichten für den ökologischen Anbau**

ULRICH DARSOW

Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen (BAZ), Institut für landwirtschaftliche Kulturen,  
Rudolf-Schick-Platz 3b, 18190 Groß Lüsewitz; u.darsow@bafz.de

### **Abstract**

#### **‘Pre-breeding‘ for late blight resistance (*Phytophthora infestans*) of potato – results of a long-term project and outlook for use in ecological farming**

Parental clones from BAZ pre-breeding programme on late blight resistance of foliage and tubers are expected to result in novel potato cultivars which will manage to do with fungicide efforts reduced by one third. Quantitative, durable blight resistance will, thus, contribute to environmentally acceptable and sustainable potato production. More resistant cultivars will increase the stability of ecological potato production. Pre-breeding results at BAZ demonstrate that quantitative blight resistance can be introduced from wild species and be combined with the remainder of 60-70 relevant traits of potato. Examples for this are given with regard to external tuber traits, table potato quality, suitability for processing, early maturity, starch content, and yield. To succeed in this effort, sophisticated methods for the assessment of resistance have to be applied as well as resistance and multi-trait based selection starting in early breeding steps, combined with preferential crosses of resistant x resistant offspring. During the past ten years 52 blight-resistant parental clones from the BAZ pre-breeding programme were handed over to German potato breeders, which should result in the first more resistant new cultivars in near future. Breeding research on quantitative, polygenic resistance is a long-term and scientifically demanding process which is of growing relevance for agriculture, environment, and consumers.

*Keywords: potato, blight resistance, breeding, Phytophthora infestans, fungicide reduction,*

### **Abstrakt**

Die Nutzung von Resistenzvererbern aus dem ‘Pre-breeding‘ (Vorzüchtung) auf *Phytophthora*-Resistenz des ILK der BAZ wird zu neuen Kartoffelsorten führen, die einen um ein Drittel reduzierten Fungizidbedarf haben. Damit trägt die quantitative, dauerhafte Resistenz wesentlich zum Umweltschutz und zu nachhaltiger Kartoffelproduktion bei. Resistenterer Sorten verbessern die Stabilität des ökologischen Kartoffelanbaus. Ergebnisse der Vorzüchtung in der BAZ zeigen, dass quantitative *Phytophthora*-Resistenz aus Wildarten mit allen anderen 60-70 Merkmalen der Kartoffel kombiniert werden können. Beispiele werden gegeben für äußere Knollenmerkmale, für Speisequalität, für Veredlungseignung, Frühreife, Stärkegehalt und Ertrag. Dazu bedarf es ausgefeilter Methodik der Resistenzprüfungen, der Bewertung möglichst vieler Merkmale von der Wildart an, früher Selektion auf *Phytophthora*-Resistenz und Bevorzugung der Kreuzung resistent x resistent. Die in den letzten 10 Jahren erfolgte Abgabe von 52 *Phytophthora*-resistenten Kreuzungseltern an die Sortenzüchtung in Deutschland sollte in naher Zukunft zu ersten resistenteren Sorten führen. Der hohe methodische und züchterische Schwierigkeitsgrad der Nutzung polygener, dauerhafter *Phytophthora*-Resistenz bedarf verlässlicher, langfristiger Förderung.

*Schlüsselwörter: Kartoffel, Krautfäuleresistenz, Braunfäuleresistenz, Züchtung, Phytophthora infestans, Fungizideinsparung,*

## **1 Einleitung**

160 Jahre Forschung zur Kraut- und Braunfäule der Kartoffel haben das Schadmaß dieser durch *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary hervorgerufenen Krankheit reduziert, aber sie ist die weltweit wichtigste Kartoffelkrankheit geblieben. Im europäischen Kartoffelanbau sind heute bis zu 19 Fungizidbehandlungen je Vegetation üblich (Schepers 2004a). Bekämpfungskosten und Schadwirkung belaufen sich für Deutschland schätzungsweise auf etwa 470,-€/ha und Jahr (Darsow 2002). Für den ökologischen Kartoffelbau bei begrenztem Einsatz von Kupfermitteln entscheidet die Beendigung der Vegetation durch Krautfäulebefall die Knollengröße, ihre Ausreife und damit Ertrag, Geschmack, Qualität und Betriebsökonomie. Sofern ganzjährige Versorgung vorgesehen ist, spielt die Beeinträchtigung der Lagerfähigkeit und des Geschmacks eine stärkere Rolle. Gute rassenunabhängige (relative) Resistenz bewirkt eine Verlängerung der Vegetation und weitgehende Ausnutzung des Ertragspotentials (Darsow 2002).

*Phytophthora*-Resistenz kann den Fungizideinsatz bis zu 75 % ersetzen (Kirk et al. 2001, Nielsen 2004), und zwar im konventionellen wie im ökologischen Anbau. Es wird erwartet, dass neue Sorten, die mit Hilfe von Resistenzvererbern aus der BAZ gezüchtet wurden, eine Fungizideinsparung von wenigstens 1/3 ermöglichen. Je nach Kompromissen bei anderen Merkmalen wie Knollenform und Schalenbeschaffenheit ist höheres Resistenzniveau möglich. Reduzierte Fungizidmenge je Behandlung unterstützt quantitative Resistenz meist besser als vergrößerter Behandlungsabstand (Schepers 2004b). Verbesserte Wirtsresistenz schont die Umwelt und Gesundheit und trägt zur Realisierung des „Reduktionsprogramms chemischer Pflanzenschutz“ bei.

## **2 Resistenztyp und Resistenzzüchtungsstrategie**

Die Anfänge der *Phytophthora*-Resistenzzüchtung liegen wenigstens 130 Jahre zurück. Nach so langer Zeit muss erläutert werden, worauf sich positive Erwartungen heute noch gründen und weshalb sie nicht längst erfüllt wurden. Man unterscheidet zwei Resistenztypen gegen *Phytophthora infestans*, die Überempfindlichkeit (Hypersensibilität, rassenspezifische Resistenz) und die relative (quantitative, rassenunabhängige) Resistenz (Tabelle 1). Seit 1932 ist bekannt, dass der Erreger die Überempfindlichkeitsresistenz überwinden kann (Schick 1932). Da die Erregeranpassung schneller als die Nutzung neuer Resistenzquellen (Wildarten) erfolgt, hat man die Resistenzzüchtung auf dieser Basis vor etwa 35 Jahren aufgegeben. Chemischer Pflanzenschutz wurde das Mittel der Wahl.

Die quantitative (relative) Resistenz wurde bis heute unzureichend erforscht (Bormann et al. 2004). Sie schützt unvollständig, aber dauerhaft und stellt daher die Grundlage des Pre-breeding an der BAZ unter Nutzung von Wildarten als genetische Ressourcen dar. Aber sie gilt als besonders schwieriges Zuchtziel bei der Kartoffel wegen der polygenen Natur der Resistenz (ungünstige Vererbung), wegen der hohen Beeinflussbarkeit durch Umweltfaktoren und der züchterischen Schwierigkeit, die polygene Resistenz mit den etwa 65 weiteren Merkmalen, die z.T. ebenfalls polygen bedingt sind, in guter Ausprägung zu kombinieren. Das Merkmal erfordert mehrjährige Resistenzprüfung, die kleine Unterschiede erkennen soll, und wesentlich erhöhten Zuchtumfang. Erschwerend kommt hinzu, dass die Gene für quantitative Resistenz aus Wildarten in die Kulturkartoffel übertragen werden müssen und damit erhebliche Rückschläge bei fast allen anderen Merkmalen verbunden sind (Abb. 1, 2. Bild von links).

**Tab. 1: Die beiden bekannten Resistenztypen der Kartoffel gegenüber *Phytophthora infestans***

Merkmale	Überempfindlichkeit = R-Gen-Resistenz = vertikale Resistenz	relative Resistenz = quantitative Resistenz = horizontale Resistenz
wirkt gegen Rassen:	bestimmte	alle
Dauerhaftigkeit:	ca. 5 Jahre	ca. 25 Jahre
Umweltabhängigkeit:	gering	hoch
Abwehrreaktion:	vollständig	langsamer Befall
Bewertung:	ja/nein	quantitativ
Vererbung:	einfach	quantitativ
Resistenzprüfung	1-2 Methoden	Methodensystem
	1 Jahr	3-6 Jahre
Nutzung	1914-1970	1850-1925, ab 1953
Resistenzquelle	Wildarten	Wildarten



**Abb. 1: Veränderung der Knollenbildung von der resistenten Wildart (im Gewächshaus, links) über die Kreuzung Wildart x Sorte im Feld (2. Bild v. links) und die 2., 3., 4. Rückkreuzung daraus (je 2 Knollen von links nach rechts).**

Bei Wildarten liegt sehr hohe *Phytophthora*-Resistenz meist verbunden mit sehr schlechter Ausprägung von Kulturmerkmalen vor. Abb. 1 zeigt stecknadelkopfgroße Knollen von *S. demissum*, die sich nur ab Ende Oktober im Gewächshaus bilden, im Feld werden keine Knollen gebildet. Jeder weitere Bildabschnitt zeigt ein typisches Beispiel eines resistenten Nachkommen aus einer erneuten Kreuzung mit einer Sorte. An der Knollenmasse, -form, Stolonenbildung und Augentiefe wird die nötige Veränderung deutlich, welche die Nutzung von Wildarten als Resistenzquelle zur Überwindung ihrer unbeabsichtigten ‘Nebenwirkungen‘ erfordert, wobei die Resistenz aber möglichst nicht verändert werden soll.

Tabelle 2 gibt Einblick in die schrittweise Veränderung der Merkmale. Speiseeignung und Reifezeit der Kreuzung Wildart x Sorte z.B. bedürfen der Verbesserung durch Züchtung um etwa 6 Noten in der 9-stufigen Skala. Durch Kreuzungen der besten Nachkommen der vorhergehenden Kreuzung mit Sorten – sogenannte Rückkreuzungen - lassen sich Wildallele verdrängen, aber gleichzeitig werden Resistenzgene verteilt bzw. gehen verloren. Nur wenn es gelingt, die unerwünschten Auswirkungen der Wildart zu überwinden und gleichzeitig genügend Resistenzgene zu behalten, hat die Resistenzzüchtung auf polygener Basis einen Sinn. Die gewünschte Kombination von Leistung, Qualität und Resistenz gelingt nur durch Einschub von Kreuzungen resistent x resistent zwischen die Rückkreuzungsschritte. Dabei werden Resistenzgene wieder zusammengeführt. In der Sortenzüchtung (letzte Zeile der Tab. 2) kann anfangs ein gutes bis mittleres Resistenzniveau erwartet werden, kombiniert mit mäßiger Speiseeignung und mittelfrüher Reife. Wenn umfangreiches Zuchtmaterial auf der Zuchtstufe BC4 aus verschiedenen Wildarten gleichzeitig vorhanden ist und mit sehr

verschiedenen Sorten gekreuzt wird, erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, in Kreuzungen resistenter BC5 x resistenter BC4-5 überdurchschnittlich gute Merkmalskombinationen zu finden. Voraussetzung ist ausreichende männliche Fertilität. Die Folge von 6-7 Kreuzungsschritten nach Tab. 2 braucht wenigstens 30 Jahre, aber sie ermöglicht überhaupt erst Erfolg (Darsow 2000). Gegenwärtig erweitern sich die Kombinationsmöglichkeiten zunehmend sowohl für den Sektor Speise als auch für Veredlung und Resistenz. Jedoch bis in die neueste Literatur hinein findet man die Behauptung, dass die Kombination von quantitativer Resistenz, Frühreife und Qualität nicht möglich sei (Muskens & Allefs 2002, Allefs et al. 2005). Gegenteilige Ergebnisse an der BAZ haben der Praxis und der Wissenschaft Neues zu geben. Ein bis zwei letzte Kreuzungsschritte mit Auslese neuer Sorten erfolgen in privaten Zuchtfirmen.

**Tab. 2: Zuchtweg zur Erzeugung von *Phytophthora*-resistenten Kreuzungseltern an der BAZ und Erfahrungswerte für vier Merkmale. Note 9 = bestmögliche Ausprägung (sehr gut, sehr früh reif). Letzte Zeile: Erwartungswerte für die sich anschließende Sortenzüchtung.**

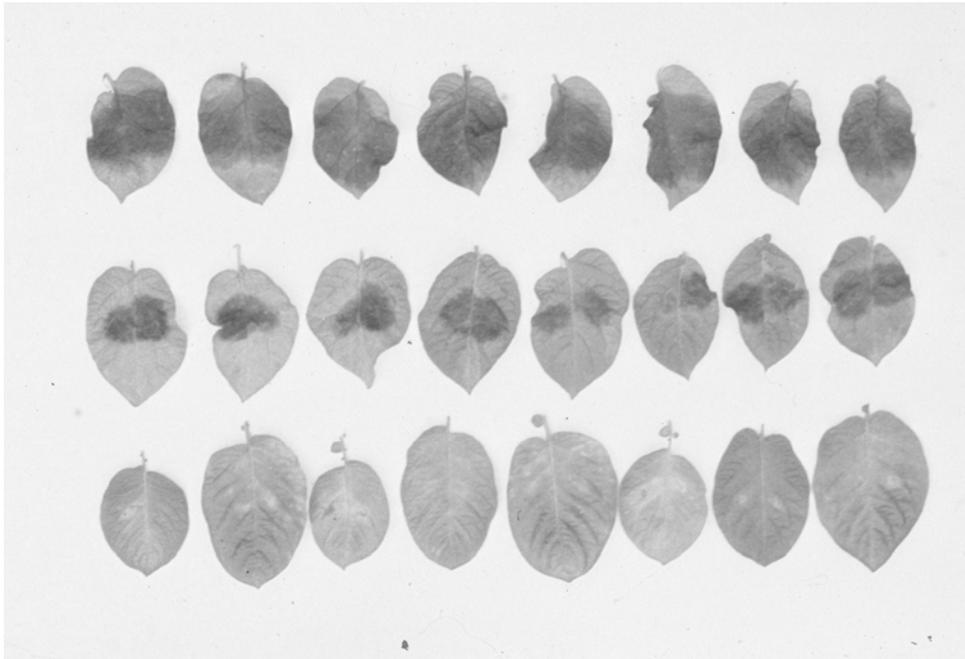
Kreuzung	<i>Phytophthora</i> -Resistenz		Reife	Speise- eignung
	Kraut	Knollen		
Wildart	9	9	1	1
Sorte	2-3	3	6	8
Wildart x Sorte	9-7	9-7	1-2	1-2
Rückkreuzung 1 (BC1)	8-6	8-6	1,5-2,5	2-3
Rückkreuzung 2 (BC2)	6,5-5	7-5	2-3,2	2, 5-3,5
BC2 xBC4	8-5	8-5	2,3-4	2-3,7
Rückkreuzung 3 (BC3)	6-4	6-4	2,5-4	3-4,5
BC3 xBC4	8-5	8-5	2,6-4,5	2-4
Rückkreuzung 4 (BC4)	5-3	5,5-3	3-6	3,5-5,5
BC4 x BC4	7,7-4	7,5-4	3-5,5	3,5-5,5
Neue Sorte	6,5-5	6,5-5	3,5-7	5-6,5

Krautfäule und Braunfäule sind aus züchterischer Sicht als zwei unabhängige Krankheiten zu betrachten. Resistenz gegen beide ergänzt sich wirksam.

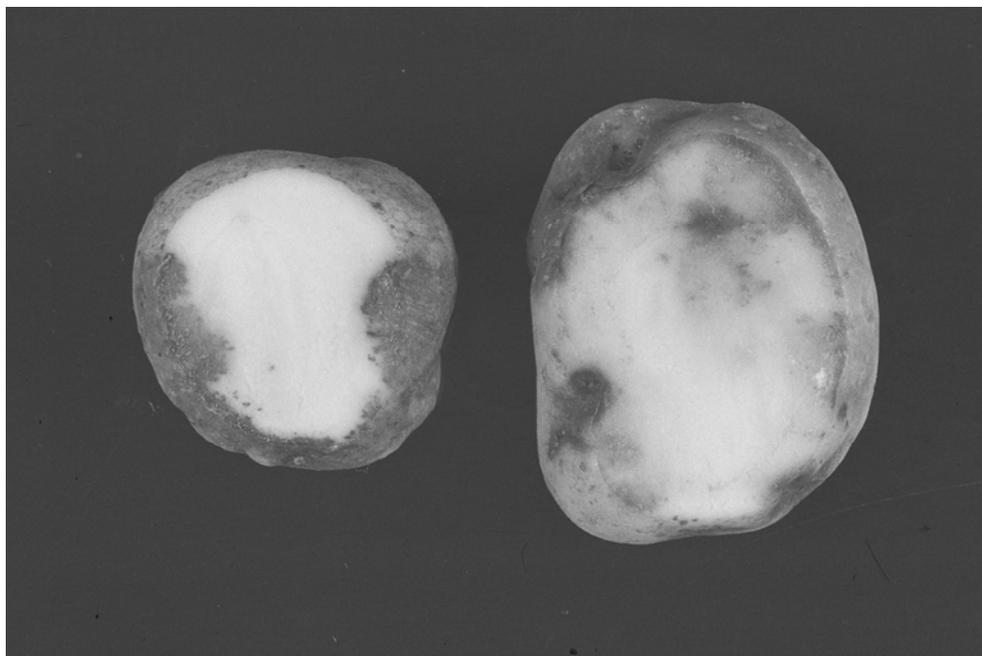
### 3 Resistenzprüfungsmethoden

Im Gegensatz zu den meisten bekannten Objekten der Resistenzprüfung mit Hypersensibilität als Wirkprinzip kommt es bei polygener Resistenz auf mehrjährige Untersuchung und Einhaltung detaillierter Prüfungsvorschriften an, die nicht nur Temperatur und Luftfeuchte, sondern auch Blattalter, Lichtintensität und Tageslänge betreffen (Darsow et al. 1988).

Da im fortgeschrittenen Zuchtstadium nur ein Anteil von <20% Nachkommen mit ausreichendem Resistenzniveau erwartet wird, bedarf es der Selektion auf Kraut- und Braunfäuleresistenz möglichst vor den anderen Merkmalen. Deshalb werden im 'Pre-breeding' alle Sämlinge nach Inokulation (Besprühen mit Sporensuspension) im Jungpflanzenstadium auf Krautfäuleresistenz untersucht und vorsortiert. In den folgenden vier Jahren wird eine Blattprüfung von Pflanzen durchgeführt, die im Feld und im Winter im Gewächshaus kultiviert wurden (Abb. 3). Entscheidend für die Auswahl der Kreuzungseltern wird danach eine dreijährige Untersuchung in einer speziellen Feldprüfung mit Inokulation durch ein hoch virulentes Erregerisolat. Beregnung unterstützt den Krankheitsverlauf. In Groß Lüsewitz entwickeltes Zuchtmaterial zeigt erst in fortschreitender Abreife und bei hohem Infektionsdruck Befall (Darsow 2000).



**Abb. 3: Einzelblatttest auf Krautfäuleresistenz, 5 d nach Inokulation, 8 Fiedern je Klon, oben: hoch anfälliger Klon, Mitte: Klon mit Ausbreitungsresistenz, unten: hoch resistenter Klon.**



**Abb. 4: Test erntefrischer, ganzer Knollen auf Braunfäuleresistenz. 19 d nach Inokulation, links begrenzte Nekrosen bei einem Klon mit mittlerer quantitativer Resistenz, rechts eine stärker anfällige Sorte.**

Braunfäuleresistenz wird mit verschiedenen Methoden nacheinander untersucht. Im Jahr der Aussaat werden alle Sämlinge durch Anschneiden und Eintauchen in Sporensuspension geprüft. In den folgenden Jahren schließt sich der Scheibentest nach Tropfinokulation an, der physiologische Faktoren der Resistenz erfasst. Nach dreijährigem Test ganzer, erntefrischer Knollen mit Tauchen in Sporensuspension (Abb. 4) erfolgt die Auswahl der Kreuzungseltern unter Berücksichtigung der aktiven und passiven Abwehr durch die Schale. Umweltfaktoren und die Methode der Prüfung nehmen Einfluss auf das Ergebnis.

Hohe *Phytophthora*-Resistenz ist im Genpool der Solanaceae insbesondere in mittelamerikanischen Arten reichlich vorhanden. Bei allen Prüfungen auf *Phytophthora*-Resistenz spielt die Auswahl aggressiver und hoch virulenter Isolate eine wesentliche Rolle, um nicht hypersensible Klone für relativ resistent zu halten (Tab. 1). Dieses Problem tritt verstärkt bei Untersuchung von Wildmaterial auf. Die Beschaffung entsprechender Isolate ist nicht einfach, da sich der Rassencharakter und die unspezifische Pathogenität kurzfristig ändern können. Bisher konnten Isolate der BBA Braunschweig genutzt werden.

#### **4 Untersuchung anderer Merkmale**

Die Bewertung von etwa 50 weiteren Merkmalen wie innere und äußere Knollenmerkmale, Ertrag, Lagereignung, Qualitätsmerkmale, Inhaltsstoffe, Resistenz gegen mehr als 20 Krankheitserreger und Schädlinge erfolgt im ‚Pre-breeding‘ ähnlich der Durchführung in der Sortenzüchtung bzw. beim Bundessortenamt. Schon beim Wildartklon werden so viele Merkmale wie möglich erfasst. Das Problem bei der *Phytophthora*-Resistenzzüchtung auf der Basis quantitativer Resistenz ist nicht das Fehlen guter Resistenzquellen, sondern eine günstige Kombination der Polygene für die schwierigen Merkmale im richtigen Züchtungsstadium zustande zu bringen. Deshalb dürfen die Vererber für quantitative Resistenz des Pre-breeding, die an die Sortenzüchtung abgegeben werden, keinen großen Unterschied zum Sortenniveau in den meisten Merkmalen aufweisen. Daraus ergibt sich eine der Sortenzüchtung nahe Arbeitsweise mit hohem personellen und maschinellen Aufwand.

#### **5 Ergebnisse in der Kombination quantitativer *Phytophthora*-Resistenz mit wertgebenden Merkmalen durch Pre-breeding**

Im Zuchtstadium der vierten Rückkreuzung konnten wir zunehmend Zuchtstämme aus Kreuzungen resistent x resistent (Tab. 2, vorletzte Zeile) auslesen, die unter hohem Infektionsdruck bei gleicher Reife viel später befallen werden als vergleichbare Sorten. Abbildung 5 zeigt Befallsverlaufskurven solcher Klone auf dem speziellen Prüfungsfeld in Groß Lüsewitz im August. Beste mittelfrühe bis frühe Zuchtklone wurden etwa 2 1/2 Wochen später befallen als die vergleichbaren Sorten Ute und Agria. Solche Klone sollten im praktischen Anbau ohne Fungizid auskommen. Genau das sucht der Ökolandbau. Aber dies sind keine Sorten, sondern potentielle Eltern neuer, resistenterer Sorten, die ein Resistenzverhalten wie Klon 11 in Abbildung 5 aufweisen könnten und damit etwa 25-30 % höheren Ertrag im ökologischen Anbau bringen würden. Kompromisse in der Schalenbeschaffenheit oder Knollenform würden die Spielräume der Züchtung hinsichtlich der Resistenz erweitern.

Knollenform und Schalenbeschaffenheit wurden als Beispiel für die Variation von äußeren Knollenmerkmalen gewählt, in denen der nachhaltig negative Einfluss der Wildart erkennbar ist (Abb. 6). Der linke Klon zeigt birnenförmige Knollen. Diese Form wird nur bei noch ziemlich wildem Material toleriert. Man erkennt eine ausgesprochen raue Schale, die es in den folgenden Kreuzungen durch Wahl eines glattschaligen Partners zu überwinden gilt.

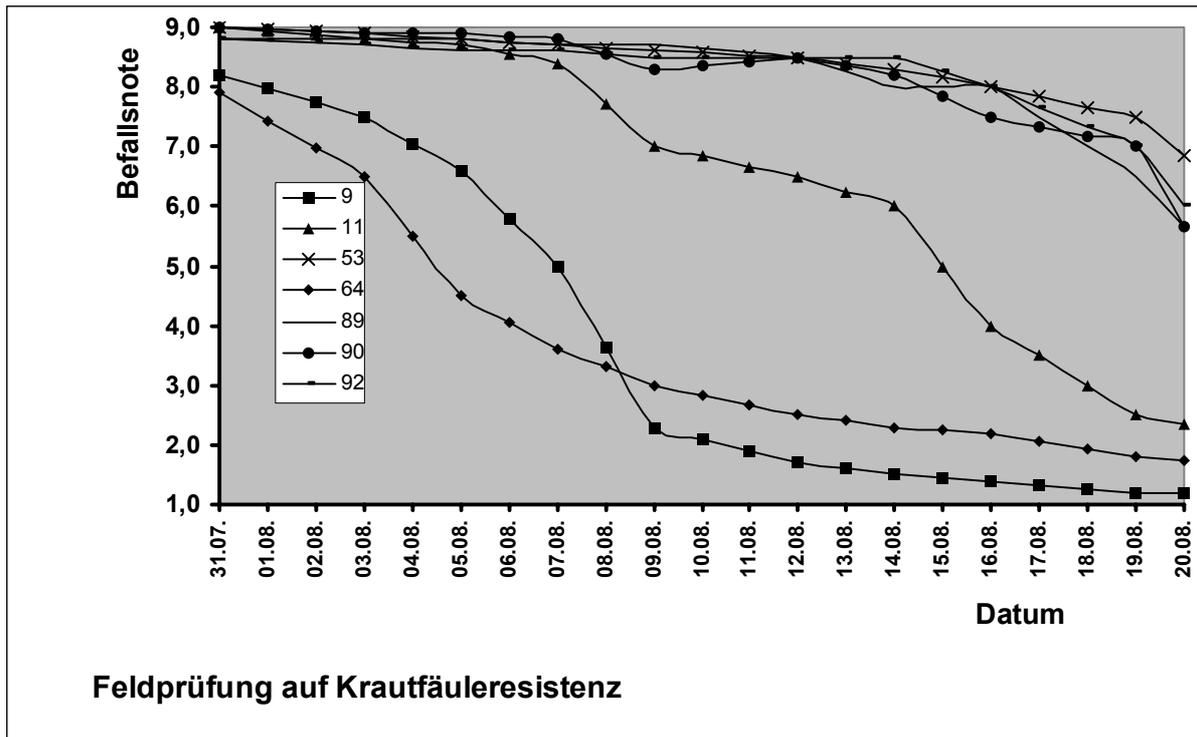


Abb. 5: Krautfäuleverlaufskurven der Feldprüfung von BAZ-Klonen. 9 = Ute, 64 = Agria



Abb. 6: Knollenform und Schalenbeschaffenheit zweier *Phytophthora*-resistenter mittelfrüher BAZ-Klone. Links: birnenförmig, sehr rauschalig, unerwünscht. Rechts: oval, glatt, erwünscht.

Für die Speiseeignung werden Aussehen, Konsistenz, Zerkochen, Mehligkeit, Feuchtigkeit, Verfärbung nach dem Kochen und der Geschmack herangezogen. Abb. 7 zeigt ein Beispiel für gelungene Kombination von Speisewert und *Phytophthora*-Resistenz. Erst wenn männlich fertile Klone dieser Qualität vorhanden sind, kann auch bei Kreuzungen resistent x resistent guter Zuchtfortschritt erwartet werden (Darsow 2005).



**Abb. 7: *Phytophthora*-resistenter BAZ-Zuchtklon mit guter Speiseeignung, gekocht und gepellt**

Einige weitere der besten Vererber für Kraut- und Braunfäuleresistenz in Richtung Speisekartoffeln werden in Tabelle 3 charakterisiert. Der Vergleich mit Leyla als guter Speisekartoffelsorte stellt eine hohe Messlatte dar. Große Unterschiede zur Sorte bestehen wie erwartet in der Resistenz. Ähnlichkeit wurde im Geschmack, der Kochverfärbung und z.T. im Zerkochen und der Mehligkeit erreicht. Dass auch frühe Zuchtstufen (BC1 bzw. BC2, Klon-Nr. 12-13) mit bereits akzeptablem Speisewert bzw. auch Kochtyp A gefunden wurden, zeigt weitere Reserven im Zuchtsystem. Die Beispiele lassen die Kompliziertheit der Auswahl von passenden Kreuzungseltern ahnen, wobei mehr als 30 weitere Merkmale zu bedenken sind (Darsow 2005).

Schwarzfleckigkeit gilt als ein Qualitätsparameter für Speise- und Veredlungskartoffeln. Abb. 8 zeigt einen Ausschnitt aus der Prüfung der *Phytophthora*-resistenten Zuchtstämme der BAZ. Es sind Klone dabei, die stark zu Schwarzfleckigkeit neigen und andere, die dem Zuchtziel entsprechen. In Kreuzungen von resistenten Klonen untereinander gibt es durchaus die Möglichkeit der Verbesserung auch bei diesem Merkmal.

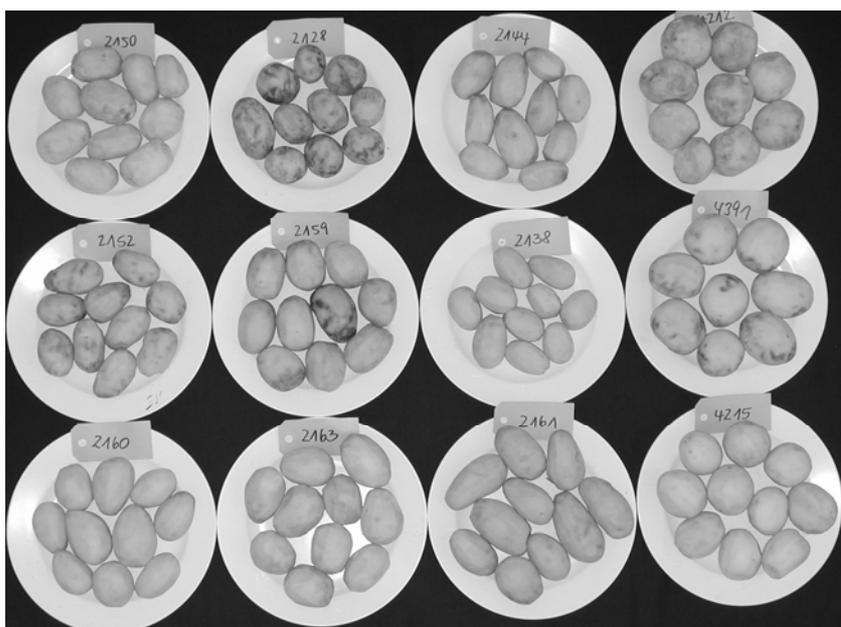
In der Kombination von *Phytophthora*-Resistenz und Veredlungseignung (Erzeugung von Chips oder Pommes frites) besteht das Zuchtziel in der gleichzeitigen Eignung zur Kaltlagerung, d.h. zur sehr geringen Bildung reduzierender Zucker bei Lagerung bei 4 °C. Hier nimmt die Züchtung das Ziel geringer Acrylamidbildung auf und vorausschauend die Möglichkeit, zukünftig bei der Lagerung der Kartoffeln bis Juli auch ohne Keimhemmungsmittel auszukommen. Zwei tetraploide und ein dihaploider BAZ-Klon mit *Phytophthora*-Resistenz und Chipseignung wurden bisher der Sortenzüchtung abgegeben. Günstiger ist bisher der Zuchtfortschritt in der Kombination von geringer Braunfärbung bei Pommes frites mit Resistenz. Jedoch werden für diese Veredlungsform große, lange Knollen ohne innere Mängel

erwartet. Diese Zielstellung ist im Komplex bisher selten erreicht. Weitere Verbesserung ist möglich, wodurch die Chancen erfolgreicher Nutzung der Resistenzvererber in der Sortenzüchtung steigen. Bisher konnten sieben tetraploide und vier dihaploide resistente Klone mit Pommes-Eignung nach Lagerung bei 4 °C an die Sortenzüchtung abgegeben werden.

**Tab. 3: Gegenwärtige Kreuzungspartner für *Phytophthora*-Resistenz und Speisequalität**

Klon-Nr	11	12	13	14	15	Leyla
Rückkreuzungsstadium	BC1	BC1	BC2	BC4	BC4	
Resistenzquelle (Wildart)	crc	sto	sto	dms	dms	
Krautfäuleresistenz (1-9)	8,8	8,8	7,8	6,9	8,4	2,8
Braunfäuleresistenz (1-9)	7,9	7,6	9,0	7,0	7,1	4,7
Speisewert (265-1485)	687	1075	871	934	992	1032
Kochtyp (D-A)	A	C	C	BC	BC	AB
Kochverfärbung (1-9)	4,0	7,0	4,9	3,3	7,0	5,3
Aussehen nach Kochen (1-5)	3,7	3,4	3,0	3,7	3,5	4,1
Zerkochen (1-5)	4,2	3,6	3,0	4,0	4,3	4,5
Konsistenz (1-5)	4,3	3,5	3,0	3,9	3,8	4,0
Mehligkeit (1-5)	4,0	2,9	4,0	3,1	3,0	3,8
Geschmack (1-5)	2,8	3,6	3,0	3,5	3,0	3,4
Blaufleckigkeit (1-9)	5,3	4,0	-	5,3	6,0	6,3
Fleischfarbe (1-9)	4,2	4,8	5,7	4,0	2,0	6,7
Anteil rissiger Knollen (%)	0	2	5	3	5	0
Knollen mit Eisenflecken (%)	0	0	0	0	5	1
Hohlherzige Knollen (%)	0	5	0	8	0	1
Reifezeit (1-9)	4,5	3,7	3,7	3,3	5,0	6,8

Erklärung: Note 9 bzw. 5 = beste Ausprägung, crc = *S. circaeifolium*, sto = *S. stoloniferum*, dms = *S. demissum*



**Abb. 8: *Phytophthora*-resistente BAZ-Zuchtklone in der Prüfung auf Schwarzfleckigkeit**

Ein zentrales Argument gegen die Nutzung polygener *Phytophthora*-Resistenz ist die Korrelation der Krautfäuleresistenz zur Spätreife (Visker et al. 2004, Allefs et al. 2005). Dabei handelt es sich in erster Linie um ein methodisches Problem. Üblicherweise wird nur ein Mischmerkmal erfasst, nämlich Resistenz/Reifezeit. Durch Abtrennung des Reifeeffekts gelang in der BAZ die Kombination mit mittelfrüher bis früher Reifezeit (Darsow 1999, Darsow & Hansen 2004). Die abgegebenen Kreuzungseltern in Tabelle 4 zeigen eine Entwicklung von mittelspäter zu durchschnittlich mittelfrüher Reifezeit, die von den Sortenzüchtern bestätigt wurde.

## 6 Abgabe von Vererbern für relative *Phytophthora*-Resistenz an die Sortenzüchtung

In Deutschland wird die Sortenzüchtung durch private Unternehmen wahrgenommen. Eigenständige ökologische Kartoffelzüchtung ist bisher nicht bekannt, weil mindestens 20-jährige Vorfinanzierung bei erheblichem Investitionsbedarf, hohem Lohnkostenanteil und sehr kleinem Marktanteil dazu nicht ermutigen. Praxiswirksamkeit im ökologischen oder konventionellen Anbau kann für das vorgestellte Zuchtmaterial aus der BAZ nur über Verwendung als Kreuzungseltern in der Sortenzüchtung und Auslese neuer Sorten mit erhöhter *Phytophthora*-Resistenz erreicht werden. Allein das Herausfinden einer Sorte aus einer Kreuzung einschließlich der staatlichen Prüfung und Sortenankennung dauert bei Kartoffeln 10 Jahre.

**Tab. 4: Charakterisierung von Vererbern für relative *Phytophthora*-Resistenz im Mittel des Abgabezeitraums (Bewertung in Noten 9-1. Note 9 = beste Ausprägung, sehr früh reif. Note 1 = sehr schlecht, spät, langsam, tief. Erklärung: z.B. 5,6<sup>1</sup>/3,9 Mittelwerte für Verwertungsrichtung Speise/Stärke.**

Jahr	86-90	91-95	96-97	98-0	02-03	04-05
Anzahl Klone	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>17</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
Krautfäuleresistenz im Feld	6,4	6,6	7,3	7,4	7,6	7,4
Braunfäuleresistenz ganze Knolle	7,9	7,6	7,1	6,8	7,4	7,2
Reifezeit	3,3	3,3	3,8	4,3	4,6	4,7
Ertrag	5,4	6,3	6,4	6,8	6,9	6,3
Jugendentwicklung	5,1	5,8	6,0	6,3	5,8	5,2
Schönheit der Knolle	5,5	5,8	6,4	6,6	6,3	6,6
Augentiefe	4,6	4,8	6,1	6,2	5,9	6,5
Speiseeignung	3,6	4,0	4,6	4,8	5,6 <sup>1</sup> /3,9	5,1 <sup>1</sup> /3,1
Stärkegehalt (%)	16,1	16,4	19,9	18,4	16 <sup>1</sup> /20,3	16 <sup>1</sup> /21,9
Anteil mit Veredlungseignung (%)	0	0	0	12	43	26

An den Gruppen von insgesamt 76 an die Sortenzüchtung abgegebenen Vererbern für relative *Phytophthora*-Resistenz wird die Verbesserung wertgebender Merkmale deutlich. In allen Merkmalen außer der Braunfäuleresistenz wurde die Qualität der abgegebenen Resistenzvererber verbessert. Damit sollte sich die Wahrscheinlichkeit des Ausleseerfolges neuer, resistenter Sorten ständig erhöht haben. Eine Fortführung der vorgestellten Züchtungsarbeiten an der BAZ dient der weiteren Merkmalsverbesserung bei fortgeschrittenen Zuchtklonen und der Erschließung neuer Resistenzquellen für den Nachschub. Dabei erfordert die polygen bedingte Resistenz größeren Materialumfang, breite genetische Diversität und eine über Generationen geplante Kreuzungsfolge bei bevorzugter Kreuzung resistent x resistent. Genetische Diversität in der Zeit ist ein Prinzip der Züchtung gegen die Anpassungsfähigkeit des Erregers auch bei

dieser Resistenzform. Nur eine langfristig gültige Entscheidung für die Nutzung der Resistenz sichert die Möglichkeit dauerhaften Erfolges.

## 7 Aussichten hinsichtlich neuer Sorten mit verbesserter *Phytophthora*-Resistenz

Wenn nur ein Teil der Kreuzungseltern aus der BAZ, die in den letzten Jahren abgegeben wurden, intensiv genutzt wurden, sollten in den nächsten Jahren einzelne Sortenkandidaten mit deutlich besserer *Phytophthora*-Resistenz zur Zulassung angemeldet werden. Die diesbezüglichen Zukunftsaussichten hängen von der Nutzungsintensität der BAZ-Klone in der Sortenzüchtung ab, von der Zielsetzung in der Sortenzüchtung und der Kompromissbereitschaft der Konsumenten. Solange äußeres Aussehen der Knollen unverhältnismäßig wichtig erachtet wird und sehr hoher chemischer Pflanzenschutzmitteleinsatz von Konsumenten nicht wahrgenommen oder bewusst akzeptiert wird, ist die Zielstellung schwerer zu erreichen. Bereitschaft zu Kompromissen bei nebensächlichen Merkmalen kann am ehesten im ökologischen Anbau erwartet werden. Unser konventioneller Züchtungsansatz trifft auf keinen Vorbehalt aus ökologischer Sicht. Die in der BAZ erzeugten Resistenzvererber sind sowohl für die Bekämpfung im ökologischen wie integrierten Anbausystem wichtig.

Die *Phytophthora*-Resistenzzüchtung wird zu einer wesentlichen Reduzierung des chemischen Pflanzenschutzes nur beitragen können, wenn in der Forschung international mehr getan wird als bisher, sowohl zur Aufklärung der Wirkmechanismen und der beteiligten Gene als auch im Pre-breeding und der Sortenzüchtung. Die Erprobung molekularer Marker zur Vorselektion auf *Phytophthora*-Resistenz sei als eine Aufgabe genannt. Seit langem ist auch methodisch qualifiziertere *Phytophthora*-Resistenzprüfung in der Sortenankennung nötig (Darsow 2003, [www.eucablight.org](http://www.eucablight.org)).

## 8 Literatur

- Allefs, J.J.H.M.; M.M.W.M. Muskens & E.A.G. van der Vossen: Breeding for foliage blight resistance in the genomics era. In Haverkort, A.J. & P.C. Struik: Potato in progress. Science meets practice. Wageningen Academic Publishers 2005, 255-267.
- Bormann, C.A.; A.M. Rickert; R.A.C Ruiz; J. Paal, J. Lübeck, J. Strahwald, K. Buhr & C. Gebhardt: Tagging quantitative trait loci for maturity-corrected late blight resistance in tetraploid potato with PCR-based candidate gene markers. *Molecular Plant-Microbe Interactions* **17**, 2004, 10, 1126-1138.
- Darsow, U.; Junges, W; Oertel, H.: Die Bedeutung der Prädisposition für die Laborprüfung von Kartoffelblättern auf relative Resistenz gegenüber *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. *Archiv Phytopathologie und Pflanzenschutz* **24**, 1988, 109-119.
- Darsow, U.: Late blight resistance in second early potatoes combined with good expression of other traits. Abstracts 14th Triennial Conference of the EAPR, Sorrento 1999, 162-163.
- Darsow, U.: 50 Jahre Züchtungsforschung zu *Phytophthora infestans* bei Kartoffeln in Groß Lüsewitz - Geschichte einer Resistenzzüchtung mit Wechsel von der vertikalen zur horizontalen Resistenz. *Beiträge zur Züchtungsforschung* **6**, 1, 2000, 1-49.
- Darsow, U.: *Phytophthora*-Resistenz der Kartoffel - Das Wunschmerkmal für den ökologischen Kartoffelanbau. *ForschungsReport* 1/2002, 16-19.
- Darsow, U.: Bewertung der Kraut- und Braunfäuleresistenz bei Kartoffeln und Vorschläge für methodische Veränderungen in der Wertprüfung von Sorten. Workshop Sortenwertprüfungen für den ökologischen Landbau, 14.-15.05.2003, Bundessortenamt, 2003, 55-63.
- Darsow, U. & J.G. Hansen: Estimation of relative foliage blight resistance of potato with different parameters and its relation to maturity. *Plant Breeding and Seed Science* **50**, 2004, 81-93.

- Darsow, U.: Progress in combining of quantitative late blight resistance of potato with table potato quality. Abstracts & posters of 16<sup>th</sup> Triennial Conference of the EAPR Bilbao, 2005, 318-323.
- Kirk W.W., Felcher K.J., Douches D.S., Coombs J.: Effect of host plant resistance and reduced rates and frequencies of fungicide application to control late blight. *Plant Disease* **85**, 2001, 1113-1118.
- Muskens, M.M.W.M. & J.J.H.M. Allefs: Breeding for late blight resistance; views from practice. *Vorträge für Pflanzenzüchtung, Supplement 1*, 2002, 85.
- Nielsen, B.J.: Use of fungicides and resistant varieties in integrated control strategies against potato late blight (*Phytophthora infestans*). Workshop, January 14-18, 2004, Falenty, IHAR, Mlochow Research Center, 2004, Abstracts p.5.
- Schepers, H.T.A.M.: The development and control of *Phytophthora infestans* in Europe in 2003. Proceedings of the eighth workshop of an European network for development of an integrated control strategy of potato late blight. Applied Plant Research Wageningen, PPO-Special Report no. 10, 2004a, 9-18.
- Schepers, H.T.A.M.: Decision support systems for integrated control of late blight. *Plant Breeding and Seed Science* **50**, 2004b, 57-61.
- Schick, R.: Über das Verhalten von *Solanum demissum*, *Solanum tuberosum* und ihren Bastarden gegenüber verschiedenen Herkünften von *Phytophthora infestans*. *Züchter* **4**, 1932, 233-237.
- Visker, M.H.P.W.; H.M.G. van Raaij; L.C.P. Keizer, P.C. Struik & L.T. Colon: Correlation between late blight resistance und foliage maturity type in potato. *Euphytica* **137**, 2004, 311-323.

# **Alternative strategies to prevent and control endoparasite diseases in organic sheep and goat farming systems**

## **– a review of current scientific knowledge –**

GEROLD RAHMANN AND HANNAH SEIP

Institut für ökologischen Landbau der FAL, Trenthorst 32, 23847 Westerau, oel@fal.de

### **Abstract**

Infestation with gastro-intestinal nematodes in small ruminants can cause server economic losses and endanger animal welfare. The development of organic farming systems, the increased public awareness for drug residues in agricultural products and the development of resistant strains of parasites have enforced the search for sustainable alternatives. The aim of this paper was to provide information about endoparasite infecting small ruminants, to give an overview of the legal background and to investigate alternative control strategies and treatments, discussing them on overall viability. The main section has been divided into a part of non-chemotherapeutical control strategies and alternative anthelmintic treatments.

The conducted research has revealed the major potential to be within the field of non-chemical options. Biological control, effective pasture management, selective breeding, enhanced nutrition and the administration of bioactive forages were discussed and found to hold numerous options. The investigation of alternative anthelmintic treatments reviewed phytotherapy, homeopathy and copper-oxide wire particles. Phytotherapy was examined at in detail and found to hold future potential, indicating a strong need for scientific verification of the potential of many plants. In conclusion this paper shows possibilities and limitations in the area of alternative anthelmintic treatments as well as in non-chemical control options and outlines future research fields.

*Key words: Endoparasite, small ruminants, alternative treatments*

### **1 Introduction**

Since the development from extensive to intensive agriculture, animal health problems have developed with alarming speed. In large scale sheep and goat farming systems endoparasites have been become a major threat, which is reflected in the sales figures of many countries (Coles, 2005).

Infections with gastro-intestinal nematodes can have a detrimental effect on animal health (Lüscher et al., 2005), leading to clinical and sub-clinical diseases, that may result in financial loss and overall decreased productivity (Rahmann et al., 2002).

Current large scale sheep and goat production relies heavily on the application of chemical anthelmintics. The compulsory and often excessive use of chemo-therapeutics (Hein and Harrison, 2005), often in combination with poor management practises (Wolstenholme et al., 2004), has resulted in endoparasite nematodes starting to develop resistance to treatment drugs. At present, resistant strains of endoparasites can be found all over the world, with some strains being resistant to most active agents.

Today's farmers are dealing with highly modified and specialised animals due to natural evolution and specialised trait selection as well as evolving parasites and drugs that are constantly losing efficiency. With the invention of modern anthelmintics the necessity to seek

alternatives was thought to be irrelevant, as it was believed that once effective treatment had been found, these remedies would be applicable for a long time.

With the development of the organic movement aiming for more sustainable ways of farming, the search for alternatives has become necessary. The movement has developed principles for organic animal husbandry that include high levels of animal welfare. This is being achieved through keeping animals as close as possible to their natural habitat (e.g. access to grass and rangelands for maximum periods), reducing housing times and intensities, and a reducing reliance on chemo-therapy (Thamsborg and Roepstorff, 2003).

In practise these principles have meant sheep and goats are spending more time on the pasture subsequently increasing the risk of infection, through extended periods of contact with the infectious larvae of internal parasites. The restricted use of anthelmintics as a preventative has compounded the problem.

So although organic farming systems intend to avoid chemical intervention and farmer are encouraged to practise prevention rather than treatment (Rahmann et al., 2002), most organic sheep and goat farms still depend on the curative use of anthelmintic drugs.

As outlined, the realisation of these principles has proved to be difficult to achieve and the control of endoparasites in small ruminants remains a controversially discussed issue.

In conclusion, increased public awareness of drug residues in animal products, the increased resistance of parasites to modern anthelmintics, combined with the wish for a more sustainable way of farming has resulted in an intensified effort to find alternative helminth control options. Following a review by Häublein (2005) which focused on alternative parasite control in sheep, the need for further detailed examination of alternative options for parasite control was identified.

The aim of this review is to summarise the current scientific knowledge of alternative strategies to prevent and control endoparasitic diseases in organic sheep and goat farming systems.

## **2 Legal Background of Medical Application in Organic Farming**

According to the ‘International Federation of Organic Agricultural Movements (IFOAM) Principles of Organic Agriculture’, “organic agriculture should sustain and enhance the health of soil, plant, animal, human and planet as one and indivisible” (Rahmann, 2004). Organic agriculture is seen as a way of providing healthy, high quality food that supports the holistic well being of the consumer and should therefore “avoid the use of fertilizers, pesticides, animal drugs and food additives that may have adverse health effects”. For this reason the natural resilience, resistance and vitality of animals should be supported through adequate management and housing strategies.

The statutory framework in Europe is formed by the Council Regulation (EC) No 1804/1999, supplementing Regulation (EEC) No 2092/91 on organic production of agricultural products. An excerpt from the actual wording of the law clarifies the implications on the health management of organic small ruminant farming.

The regulation changed the health management situation for organic farmers because it introduces a restriction on the permitted number of allopathic treatments that can be given before an animals loses its organic status (Keatinge et al., 2000) and it furthermore prohibits the preventive use of any allopathic veterinary medicines. In coherence with helminth control this regulation constitutes that the preventive anthelmintic treatments are prohibited, “but

anthelmintics are not in the group of drugs requiring re-conversion after a specific number of treatments” (Thamsborg et al., 2004).

Younie (2000) discusses the possible future problems of this regulation in a paper presented at the ‘Network for Animal Health and Welfare in Organic Agriculture’ (NAHWOA) workshop and argues that there are farming situations in which the use of preventive treatments appear necessary in order to prevent animals from inescapable occurring clinical diseases for as long as there are no reliable alternative measures to control e.g. internal parasites.

Keatinge et al. (2000) fear that such a regulation might keep farmers from adequate treatment to preserve their livestock’s organic status.

## 5. Disease prevention and veterinary treatment

**5.3.** If, despite all of the above preventive measures, an animal becomes sick or injured, it must be treated immediately, if necessary in isolation, and in suitable housing.

**5.4.** The use of veterinary medicinal products in organic farming shall comply with the following principles:

**(a)** Phytotherapeutic (e.g. plant extracts (excluding antibiotics), essences, etc.), homeopathic products (e.g. plant, animal or mineral substances) and trace elements and products listed in Part C, section 3 of Annex II, shall be used in preference to chemically-synthesised allopathic veterinary medicinal products or antibiotics, provided that their therapeutic effect is effective for the species of animal, and the condition for which the treatment is intended;

**(b)** If the use of the above products should not prove, or is unlikely to be, effective in combating illness or injury, and treatment is essential to avoid suffering or distress to the animal, chemically-synthesised allopathic veterinary medicinal products or antibiotics may be used under the responsibility of a veterinarian;

**(c)** The use of chemically synthesised allopathic veterinary medicinal products or antibiotics for preventive treatments is prohibited;

**5.8.** With the exception of vaccinations, treatments for parasites and any compulsory eradication schemes established by Member States, where an animal or group of animals receive more than two or a maximum of three courses of treatments with chemically-synthesised allopathic veterinary medicinal products or antibiotics within one year (or more than one course of treatment if their productive lifecycle is less than one year) the livestock concerned, or produce derived from them, may not be sold as being products produced in accordance with this Regulation, and the livestock must undergo the conversion periods laid down in Section 2 of this Annex, subject to the agreement of the inspection authority or body.

### Figure 1. Council Regulation (EC) No 1804/1999

Since the introduction of this regulation almost six years have gone by, and although the situation has gradually changed, there is still a great dependence on allopathic medicine in the parasite control practices on organic farms (Thamsborg et al., 2004). However, a lot of research has been done and continues to be undertaken into effective alternative control measures like the use of improved management practices, biological control agents and bioactive forages, all which will be discussed in the following chapter.

### 3 Internal Parasites of Sheep and Goats

The summary information on endoparasites was taken from two standard works on veterinarian parasitology (Kassai, 1999; Rommel et al., 2000) and one on sheep diseases (Behrens, 1987) (Table 1). Information contained about immunity is based on the physiological processes within sheep and cannot generally be transferred to goats due to their greater susceptibility to nematode infections. For goats it can take at least two summers to acquire effective immunity (Thamsborg et al., 2004).

**Table 1. Worldwide occurring helminths in sheep and goats (Behrens, 1987; Kassai, 1999; Rommel et al., 2000)**

<b>Phylum</b>	<b>Platyhelminthes – Flatworms</b>		
<b>Class</b>	<b>Digene - Flukes</b>		
<b>Order</b>	ECHINOSTOMIDA		
<b>Genus</b>	<b>Causative Organism</b>	<b>Disease</b>	<b>Distribution</b>
<u>Fasciola</u>	<i>Fasciola hepatica</i>	Fasciolosis/	worldwide
	<i>Fasciola gigantica</i>	Liver fluke disease/ Hepatic distomatosis	
	<i>Fascioloides magna</i>	Fascioloidosis/ Large American liver fluke disease	North America, endemic in central Europe, occurs in Mexico/ South Africa
	<i>Fasciolopsis buski</i>	Fasciolopsiosis	South and East Asia
<b>Order</b>	AMPHISTOMIDA		
<b>Genera</b>	<b>Causative Organism</b>	<b>Disease</b>	<b>Distribution</b>
<u>Paramphistomum</u> , <u>Caulicophoron</u> et al.	e.g. <i>Paramphistomum cervi</i> , <i>Caulicophoron daubneyi</i> ...	Paramphistomatidosis/ Rumen fluke disease/ Ruminal amphistomidosis	Worldwide, in grazing animals
<b>Order</b>	PLAGIORCHIIDA		
<b>Genera</b>	<b>Causative Organism</b>	<b>Disease</b>	<b>Distribution</b>
<u>Dicrocoelium</u>	<i>Dicrocoelium dendriticum</i>	Dicrocoeliosis/ Lanceolate fluke disease	Worldwide, in grazing animals, except Australia
<u>Eurytrema</u>	<i>Eurytrema pancreaticum</i> , <i>Eurytrema coelomaticum</i>	Pancreatic fluke disease of ruminants	South-East Asia, India, China, South America
<b>Order</b>	STRIGEATIDA		
<b>Genus</b>	<b>Causative Organism</b>	<b>Disease</b>	<b>Distribution</b>
<u>Schistosoma</u>	<i>Schistosoma bovis</i> , <i>S. indicum</i> , et al.	Schistosomatidosis/ Blood fluke disease	Africa, Middle East, Asia, South Europe
<b>Class</b>	<b>Cestoda – Tapeworms</b>		
<b>Order</b>	CYCLOPHYLLIDEA		
<b>Genera</b>	<b>Causative Organism</b>	<b>Disease</b>	<b>Distribution</b>
<u>Monezia</u> et al.	<i>Moniezia expansa</i> , <i>Moniezia benedeni</i> , et al.	Tapeworm disease/ Cestodosis/ Moneziosis	Worldwide, in grazing animals
<u>Cysticercus</u> <u>Coenurus</u>	<i>Cysticercus ovis</i> , <i>C. tenuicollis</i> ; <i>Coenurus cerebralis</i> , <i>C. skjabini</i> ; All larvae of canine tapeworm species <i>Taenia</i>	Ovine Cystercosis/ Sheep measles	Worldwide, sporadic in Europe
<u>Echinococcus</u>	<i>Echinococcus cysticus</i> ( <i>hydatidosus</i> )	Cystic echinococcosis/ Hydatidosis/ Hydatid disease	Worldwide
<b>Phylum</b>	<b><u>Nemathelminthes - Roundworms</u></b>		
<b>Class</b>	<b>Nematoda - Threadworms</b>		
<b>Order</b>	RHABDITIDA		
<b>Genus</b>	<b>Causative Organism</b>	<b>Disease</b>	<b>Distribution</b>
<u>Strongyloides</u>	<i>Strongyloides papillosus</i>	Strongyloidosis of ruminants	Worldwide especially in the humid tropics

**Table 2 (continued). Worldwide occurring helminths in sheep and goats (Behrens, 1987; Kassai, 1999; Rommel et al., 2000)**

Order	STRONGYLIDA		
Genera	Causative Organism	Disease	Distribution
<u>Oesophagostomum</u>	<i>Oesophagostomum columbianum</i> , <i>O. venulosum</i>	Oesophagostomosis/ Nodular worm disease	More prevalent in warm and humid regions
<u>Chabertia</u>	<i>Chabertia ovis</i>	Chabertiosis	Worldwide, more prevalent in temperate climates
<u>Bunostomum</u> , <u>Gaigeria</u>	<i>Bunostomum trigonocephalum</i> , <i>Gaigeria pachyscelis</i>	Bunostomosis/ Hookworm disease	Worldwide
<u>Mammomonogamus</u>	<i>Mammomonogamus laryngeus</i> , <i>M. nasicola</i>	Mammomonogamosis/ Syngamidosis of mammals	Endemic in tropical/ subtropical areas of Africa, America, Asia
<u>Cooperia</u> <u>Haemonchus</u> <u>Nematodirus</u> <u>Ostertagia</u> <u>Trichostrongylus</u>	<i>Large variety,</i> <i>refer to table 2</i>	Trichostrongylidosis Diseases predominantly or solemnly caused by one species are then called after the genus	Worldwide, most common species in grazing ruminants
<u>Dictyocaulus</u>	<i>Dictyocaulus filaria</i>	Dictycaulosis/ Parasitic bronchitis	Prevalent in temperate regions
<u>Protostrongylus</u> , <u>Cystocaulus</u> , <u>Muellerius</u> , <u>Neostrongylus</u> , <u>Varestrongylus</u>	<i>Protostrongylus infescens</i> , <i>Cystocaulus ocreatus</i> , <i>Muellerius capillaris</i> , <i>Neostrongylus linearis</i> , <i>Varestrongylus capreoli</i>	Protostrongylidosis/ Nodular lungworm disease	Worldwide, particularly in arid- and semi-arid regions
Order	ASCARIDIA		
Genera	Causative Organism	Disease	Distribution
<u>Ascaris</u> , <u>Toxocara</u>	<i>Ascaris suum</i> , <i>Toxocara vitulorum</i>	Ascariidiosis/ Roundworm diseases	Worldwide, particularly in the tropics
Order	SPIRURIDA		
Genus	Causative Organism	Disease	Distribution
<u>Thelazia</u>	<i>Thelazia rhodesi</i> , <i>T. gulosa</i> , <i>T. skrjabini</i>	Thelaziosis/ Eyeworm disease	Worldwide
<u>Elaeophara</u>	<i>Elaeophara schneideri</i>	Elaeophorosis	North America
Order	ENOPLIDA		
Genus	Causative Organism	Disease	Distribution
<u>Trichuris</u>	<i>Trichuris ovis</i> , <i>T. capreoli</i> , <i>T. skrjabini</i>	Trichurosis/ Whipworm disease	Worldwide
<u>Capillaria</u>	<i>Capillaria bovis</i> , <i>C. longipes</i>	Capillariosis	worldwide

#### 4 Biological Control of Endoparasites

The principle of this strategy bases on the rule that all species of animal are regulated by other living organisms to prevent the uncontrolled increase of one population (Grønvold et al., 1996). In the context of parasite control it usually means the use of a naturally occurring antagonist to lower a pest population which would otherwise cause losses to animal production. Grønvold et al. (1996) conclude that of all possible antagonistic organisms only nematophagous fungi, earthworms and dung beetles have realistic potential as biological control agents, although there are several species that little or nothing is known about and therefore their potential use for biological control cannot be assessed/estimated.

#### 4.1 Earthworms

Earthworms are soil inhabitants that live on organic matter deposited on the soil surface. Organic matter gets pulled down below the surface either for food or to plug the earthworms burrows. Therefore the major contribution of earthworms towards the biological control of nematodes is seen in the destruction of eggs and larvae by digesting them or transferring them to deeper levels of the soil where chances that they can reach the surface as infective larvae are very low (Persson, 1974 in: Grønvold et al., 1996). A New Zealand study examined the ability of mixed earthworm populations, alone or in combination with other biological control organisms to reduce pasture infectivity in two experiments (spring and autumn) (Waghorn et al., 2002). "Earthworms reduced the total number of larvae recovered in both trials and the number recovered from herbage in trial 1."

#### 4.2 Dung Beetles

The term 'dung beetle' refers to those beetles that live partly or exclusively on the dung of herbivorous; most species belong to the family *Scarabaeidae*. Adult beetles use the liquid contents of manure for their nourishment and some species form dung balls which they bury and lay their eggs in, others just live in the manure pats (Thomas, 2001). The activity of dung beetles is being discussed controversially: by breaking up the pats and partially burying the manure, they enhance the drying up of the dung which deteriorates growing conditions for larvae (Grønvold et al., 1996) but by the same activities in bad weather conditions they might help the larvae to survive by airing out the pats and thereby providing oxygen to the larvae.

Bryan (1973/1976) was able to show in his experiments with manure pats and dung beetles that dung beetles can reduce larvae on herbage in between 40 to 93%, the percentage of reduction correlated positively with the number of beetles. Bryan also found out that the burial of dung containing larvae contributed to their longevity and he concluded that the burial can create a favourable environment for larval development because they are protected from extreme climatic conditions (Bryan, 1973 and 1976). Waghorn et al. (2002) also confirmed the influence of dung burial in respect to larval development with the result of significantly more larval recoveries than when dung was not buried, although dung was manually buried in order to mimic the natural activities of the dung beetle. Vlassoff et al. (2001) also mention that results of studies with dung beetles have been variable, some species reduce and others increase larval numbers (Fincher, 1973).

#### 4.3 Nematophagous Fungi

In this special case, it means the use of the naturally occurring nematophagous or nematode-destroying fungi to control parasitic nematodes in ruminants. Nematophagous fungi are soil inhabitants and can be found in most soil types throughout the world. Research has shown they are found more frequently in organic production systems than any other (Jansson et al., 2004).

The fungi can be divided into groups depending on their mode of affecting nematodes: there are nematode trapping, endoparasitic, egg and female parasitic and toxin producing fungi (Jansson et al., 1997). The fungi of the nematode trapping group all have in common that they form a vegetative hyphal system that produces trapping organs such as sticky nets, knobs or rings (Hertzberg et al., 2002). When for example a nematode gets trapped, the fungi penetrate the nematode cuticle with their hyphae that then grow out and fill the body of the nematode to finally digest it (Grønvold et al., 1996).

The idea of using nematophagous fungi to control parasitic nematodes is based on the reduction of the larval level in the faeces before larvae reach the vegetation, which requires a high density of spores in the faeces. There are two possible ways to reach that high spore density, the first is to artificially inoculate the faeces and the second way is to administer the

spores orally. Since the first way seems not viable the only possibility was to discover those fungi that are able to survive the gastro-intestinal tract of ruminants. This complex problem may have been one reason for the rather slow progress of science concerning this topic.

Research had started as early as in the 1940's but with little success at the time (Hertzberg et al., 2002). In the 1960's there was evidence found for predaceous fungi working against parasitic nematodes (Parnell and Gordon, 1963), but these experiments were not continued. The major breakthrough was achieved at the beginning of the 1990's when Larsen et al. (1991) selected fungi that were able to survive in vitro conditions simulating the passage through the gastro-intestinal tract of cattle. The two genera tested, *Arthrobotrys* and *Duddingtonia*, both showed the ability for survival with the genus *Duddingtonia* performing significantly better, 87.5% versus 46% (Larsen et al., 1991). These results were the final trigger for detailed research in this area and since then many trials have been undertaken in several countries in which faecal samples of sheep have been screened for predacious fungi (Larsen et al., 1994; Hay et al., 1997; Ghahfarokhi et al., 2004). Even after the promising results of the feeding trials with *Duddingtonia flagrans* (Wolstrup et al., 1994; Githigia et al., 1997; Faedo et al., 1998) science continued to research a wider range of fungi until the end of the 1990's when trials with fungi other than *Duddingtonia flagrans* started to decrease.

From the year 2000 onwards most scientists started to focus on the potential of *D. flagrans*. One of the first questions that occurred in that context was whether or not *D. flagrans* had the ability to grow beyond faeces into the surrounding soil and by doing so it could control emerging third stage larvae from eggs deposited prior or post deposition of fungal spores (Faedo et al., 2000). The results confirmed that *D. flagrans* significantly reduces the number of infective larvae that migrate onto the pasture and it also showed that there was no effect on larval migration of prior and post deposited faeces. In the first years, most of in vivo trials focused on the potential of larval reduction by the fungus and either there was little knowledge about the amount of chlamydospores necessary for a successful reduction nor it was clear if the larvae of different species would be affected in the same way.

After the excretion of the spores the faeces get colonized by the *Duddingtonia* mycel. Excretion density of the spores and growth rate of the mycel correlates positively (Hertzberg et al., 2002). *D. flagrans* is a fungus that produces trapping nets and the presence of any nematodes induces the trap production, which lasts for approx. 2-3 weeks (Gronvold et al., 1996). The optimum temperature for the development of trapping nets is 30°C; a rise in temperature to 35°C or more causes any fungus activity to stop and a fall in temperature to below 10°C reduces the trapping ability (Gronvold et al., 1996). The trials used spore numbers in between  $3 \times 10^5$  and  $5 \times 10^7$  chlamydospores per day, some dosed it per kilogram bodyweight (Githigia et al., 1997; Larsen et al., 1998; Faedo et al., 2000), and others administered a set dose per sheep per day (Faedo et al., 1998; Knox and Faedo, 2001; Waller et al., 2001ab). Dose trials from Pêna et al. in 2002 showed that there was no significant difference in a dose between  $1 \times 10^5$  and  $1 \times 10^6$  spores/ kg BodyWeight (BW)/ day, with every dose above  $1 \times 10^4$  successfully reducing the larval development by more than 90%. Chandrawathani et al. 2003 experimented with 1.25, 2.5 and  $5 \times 10^5$  spores/ kg liveweight / day and found that a reduction >99% of larval recovery was only achieved with  $2.5 \times 10^5$  or more.

For a successful application of the fungus treatment a feasible way of administration should be integrated into the everyday farming routine. Most studies in the last years administered the spores within a daily supplement ration (Fontenot et al., 2003; Chandrawathani et al., 2004; Waller et al., 2004) although Waller et al. had investigated the potential ways of administration in 2 studies in 2001. These studies showed that feedblock formulations and a 'fungal controlled release device' (CRD's) could have some potential but no further investigation has been conducted since then.

#### 4.3.1 Sheep

Githigia et al. (1997) were the first to assess the preventative effects of *D. flagrans* under field conditions in lambs and their results were the first to show varying possibilities and potential limitations with the use of *D. flagrans* under field conditions. The results showed that sub-clinically infected lambs grazed on contaminated pasture, fungus feeding does not eliminate the risk of severe infection and can consequently only be applied on uninfected animals and clean pastures.

Within the framework of the EU-project called 'Worm control in organic production systems for small ruminants (WORMCOPS) a series of field trials have been conducted in Northern Europe to assess the performance of *D. flagrans* in two different management systems (animals either set-stocked or moved regularly) (Larsen and Thamsborg, 2005). The experiments in Denmark and in the UK observed the applicability of *D. flagrans* in set-stocked farming systems in the time from 2002 to 2004 and both trials had rather disillusioning results:

- At times there was a lack of any beneficial effects
- Unreliability in the control of *Nematodirus* spp.
- Animals needed either de-worming or moving to clean pastures to survive the trials
- Administered supplement was only slowly accepted
- No or insignificantly reduced pasture infectivity

Experiments in Sweden investigated the effects of *D. flagrans* under commercial farming conditions where animals were moved a number of times during the season (Waller et al., 2004).

The evaluation of *D. flagrans* on the two farms in Sweden from 2001 to 2003 was the only set of trials that had an overall positive result: All ewes were de-wormed before turnout in these experiments and went to naturally infected paddocks receiving supplement with or without fungus. Faecal egg counts and worm burdens were comparatively low throughout the evaluated time, indicating that the farms had had reasonably good helminths control strategies anyway (Waller et al., 2004). The trials resulted in a significant difference between the fungus and the control groups because more lambs of the fungus groups reached the marketable weight faster and the ones that did not still showed a comparatively higher average body weight.

Contrary to these results were the results from studies conducted in the Netherlands in 2002 and 2003: Although the sheep were moved at 3 week intervals no useful effects could be observed (Larsen and Thamsborg, 2005).

At the same time there was another field trial undertaken in Northern Germany that was independent from WORMCOPS. The trial investigated the influence of *D. flagrans* on the infection risk for sheep and goats under set-stocked conditions (Holst, 2005). In this trial infected and uninfected sheep were moved to contaminated pastures. Throughout the whole time there were no significant differences in faecal egg counts or pasture infectivity between control and fungus receiving sheep. Several animals from both groups had to be treated due to clinical signs of PGE during the first months and at after approx. 4 months all animals were treated with Levamisol to prevent further severe infections and losses. To sum up the results there was no indication given that treating sheep with fungal spores can prevent serious infection or significantly reduces pasture infectivity.

Another field trial that was undertaken in Malaysia showed very good results for *D. flagrans* in combination with rapid rotationally grazing (Chandrawathani et al., 2004). The experiment

observed the potential of the fungus to reduce pasture infectivity, which was proved by significantly lower mean tracer faecal egg counts in the fungus treated groups and by the significantly better growing rates for lambs.

#### 4.3.2 Goats

Several studies have been carried out which dealt with the possibilities of the administration of *D. flagrans* spores to goats; however these have consisted of a limited number of field trials. As with studies concerning sheep there seems to be the same discrepancy between conclusions based on short-term trials under experimental conditions (Paraud et al., 2003; Waghorn et al., 2003; Terill et al., 2004; Paraud et al., 2006) and the applicability under field conditions (Holst, 2005; Chartier and Paraud, 2005).

All the studies that were conducted under experimental conditions show positive results, where the reduction of larval development ranged from 40.4% to 89% (Wagehorn et al., 2003), 60.8% to 93.6% (Terill et al., 2004), 62.8% to 99.5% (Paraud et al., 2006).

In contrast to these results Holst (2005) observed no significant larval reduction due to *D. flagrans* under field conditions. Differences between fungus and control groups only occurred from the end of July to the beginning of September, when all animals had been treated with anthelmintics due to severe infections, but these differences were not significant enough to testify the effectiveness of *D. flagrans* in goats under field conditions.

Paraud and Chartier (2005) mentioned on going field trials in France that have indicated similar levels of infection and growth for fungus and control groups but with a more than 80% reduction in larval development in the faeces of the fungus group. Unfortunately further or more detailed information on these trials could not be found.

## 5 Controlling helminths through effective pasture management

Understanding the influence of pasture management on the internal parasite control possibly starts with detailed epidemiological knowledge of the development of the parasites in and outside their hosts (Table 2). What varies with different climates is the larval development outside the host and therefore no reliable statement can be made for larval availability and survival that applies to all climates. That is why the following points should be considered when attempting to control internal parasites on the pasture.

Larval availability and survival on pasture (Barger, 1999):

- the intake of infective larvae will be proportional to the concentration of infective larvae on herbage
- if larval availability is observed over a longer period of time, peak and troughs will be discovered and once peaks are known, the optimal timing of control measures can be determined
- searching the origin of a peak is necessary for further prevention
- Larval survival is different for each climate and it is essential to know reasonably exact survival times for the estimation of a substantial decline in pasture infectivity

As an example Uriarte et al. (2003) studied the seasonal changes of parasitic nematode burdens in sheep and identified three generations of parasites during the experiment (approx. one year). The first generation derived from larvae inhibited within the animals that continued their development in spring. The next generation resulted from the over-wintering absorbed larvae on the pasture and was the most important source of newly acquired infections in lambs, often leading to clinical symptoms.

**Table 2. Summary of all helminths parasitizing the gastro-intestinal tract (Behrens, 1987; Kassai, 1999; Rommel et al., 2000; Vlassow et al., 2001; Winkelmann, 2005)**

Disease	Genus and species	Common name	Site	Prepatent period	Longevity*	Optimal temp.
<b>Cooperiosis</b>	<i>Cooperia curticei</i> , <i>C. oncophora</i>	Small intestinal worm	Small intestine	15-18 days	Several months	20-25°C
<b>Haemonchosis</b>	<i>Haemonchus contortus</i> <i>H. placei</i> , <i>H. similis</i>	Barber's pole/ Twisted stomach/ Wireworm	Abomasum	2-4 weeks	Eggs need warm/ moist conditions then they live for some weeks	20-25°C
<b>ematodirosis</b>	<i>Nematodirus battus</i> <i>N. fillicolis</i> , <i>N. furcatus</i> , <i>N. helvetianus</i> , <i>N. spathinger</i>	Thread-necked worm	Small intestine	<i>N. battus</i> 15 days <i>N. helvet.</i> 20-26 days	Eggs survive for one year and longer, they can overwinter, once hatched they live for approx. 3 weeks	20-25°C
<b>Ostertagiosis</b>	<i>Ostertagia ostertagi</i> <i>O. Teledorsagia circumcincta</i> , <i>O. crimensis</i> , <i>O. leptospicularis</i> , <i>O. pinnata</i> , <i>O. trifucata</i>	Medium brown stomach worm	Abomasum	17-28 days	several months, survives mild winters	20-25°C
<b>Trichostrongylosis</b>	<i>Trichostrongylus axei</i> , <i>T. capricola</i> , <i>T. colubriformis</i> , <i>T. rugatus</i> , <i>T. vitrinus</i>	Bankrupted worm	Small intestine	2-4 weeks	Several months	20-25°C
<b>Monieziosis/ Tapeworm disease/ Cestodoses</b>	<i>Moniezia benedeni</i> , <i>M. expansa</i>	Tapeworm	Duodenum	30-52 days	Survival of the infected interm. host 1,5-2 years	Develop. at 28°C in interm. Host in 4 weeks
<b>Cystic echinococcosis/ Hydatidosis/ Hydatid disease</b>	<i>Echinococcus cysticus</i> (hydatidosus)	Tapeworm hydatid	Various inner organs	1.5-2 years, sometimes less	No data available	
<b>Strongyloidosis</b>	<i>Strongyloides papillosus</i>	Dwarf thread worm	Small intestine, lungs, skin	9-14 days	Larvae max. 4 months	> 10°C 20°C opt.
<b>Oesophagostomosis/ Nodular worm disease</b>	<i>Oesophagostomum columbianum</i> <i>O. venulosum</i>	Nodular worm	Small intestine, colon	45 days approx.	6 months or more	Ca. 25°C
<b>Chabertiosis</b>	<i>Chabertia ovis</i>	/	Small intestine, colon, rectum	5-7 weeks	Larvae 6-8 weeks in summer	Ca. 25°C
<b>Bunostomosis/ Hookworm disease</b>	<i>Bunostomum trigonocephalum</i>	Hook worm	Skin, lungs, small intestine	7 weeks	Eggs 1-2 years Larvae 7 weeks in summer	20-30°C
<b>Paramphistomatidosis/ Rumen fluke disease</b>	<i>Paramphistomum cervi</i> , <i>Caulicophoron daubneyi</i> ...	Rumen fluke	Duodenum, rumen	14 weeks approx.	Up to 6 months in temperatures <10°C	Develop. at 16-17°C in interm. host In 110 days

\* Longevity can vary greatly depending on climatic conditions, particularly temperature and humidity

The last generation that was observed in autumn had little impact on the animals but was identified as the main source of pasture contamination for the following season. This experiment shows the applicability of the above-mentioned points and the importance of epidemiological knowledge for successful grazing management.

In context with grazing management and epidemiological knowledge the two terms ‘safe’ and ‘clean’ pasture are often referred to and it seems advisable to explain them to avoid misunderstandings.

‘Clean’ pasture is the expression for a pasture with a nil or very low infection risk when animals are firstly grazed on it (Younie et al., 2004), this is achieved by a three year rotation between a susceptible species, an unsusceptible species and the use of the land for forage or crops (Thamsborg et al., 2004).

‘Safe’ pastures are referred to those that are minimally contaminated. It takes approximately 3 to 9 months for pasture infectivity to decrease significantly for most species, depending on the climate and time of the year (Barger et al., 1999), an exception are certainly *Nematodirus* spp. whose eggs are able to survive on pasture for more than a year (Younie et al., 2004).

In Northern European conditions a pasture can be considered safe if it meets the following criteria (Thamsborg et al., 2004)

#### SPRING

1. Pastures that have not been grazed by small ruminants in the last grazing season
2. Pastures that have not been grazed by small ruminants since midsummer of the previous year are safe all nematode species except for *Nematodirus* spp.

#### SUMMER AND AUTUMN

1. Pastures last grazed in autumn of the previous year that have not been grazed in spring the following year
2. Pastures that have not been grazed for 3 months during summer are safe except for *Nematodirus* spp.

In this context it is not only necessary to know about the time frames for safe pastures to keep pasture contamination at a low level, it is as important to know for which period of time animals can remain on the pasture until the next generation of infective larvae has developed, which is shown in Table 3.

**Table 3. Guideline for contamination of safe pasture in temperate climates (Thamsborg et al., 2004; Eysker et al., 2005)**

	Spring	Summer/ Autumn
Infected animals	Up to 6 weeks	2 – 3 weeks
Uninfected animals	Approx. 8 – 12 weeks (Mid June)	At least 6 weeks

#### 5.1 Climatic Conditions

The particular climate of an area always influences the grazing management because egg hatching and larval development both depend on prevailing climatic conditions (Barger, 1999). Larval survival times can range from some weeks in the wet tropics (Banks et al.,

1990) to more than a year in temperate climates (Barger 1984). For this reason there is no universally applicable grazing system that regulates pasture infectivity in every climate.

For example a grazing system that has proved to be reliable for parasite control in the tropics is referred to as “rotational grazing” (Barger, 1999). This system is based on rapid pasture movement (every 3-4 days) to provide safe pasture, followed by longer periods of spelling (30+ days) based on the duration of the parasite cycle (infective larvae develop and die within 4-6 weeks in the tropics) (Chandrawathani et al., 2004).

Rotational grazing has already proved its efficiency in the tropics (Chandrawathani et al., 2004) but it cannot be applied to temperate climates for several reasons, one of which is the long amount of time for pasture to become safe again (Barger, 1999). In Table 3 the guidelines for contamination of safe pasture in temperate climates are shown and can be used to develop moving strategies.

The Mediterranean climate comprises various sub climates that lead to a great diversity in this area and to two basic differences in management strategies (Thamsborg et al., 2004). The main difference is whether there is a break in the middle of the grazing season (Dry lands/ Transhumance) or not (Irrigated lands).

## 5.2 Grazing system and herd management in respect to control strategies

There are basically two different types of grazing systems and three different types of management. Grazing systems differ in the stock movement frequency; this can vary from no movement at all to frequent changes between pastures. In the case of no movement animals remain on the same pasture for the whole grazing season (set-stocked). Both grazing systems have advantages and disadvantages but in terms of parasite control it is easy to imagine that sub-clinically infected animals that stay within the same area for a complete season keep contaminating the pasture continuously and by doing that they constantly increase the infection risk for uninfected animals.

In terms of different management strategies there are organic, integrated and conventional ways of managing a farm, which principles are assumed to be known and therefore won't be discussed in detail.

An interesting fact in this context that appears to be worth mentioning is the influence of the management strategy on parasite diversity. A French study that conducted investigations into the impact of management strategy on the parasite diversity found that organic farms have a significant higher diversity of parasites on pastures and in infected animals (Cabaret et al., 2002a). A further study that researched the relationship between diversity and intensity of infection in dairy goats detected that intensity of infection was negatively correlated with helminths diversity (Silvestre et al., 2000).

The main function of any grazing system is to provide safe/ clean pastures on which animals can safely graze as well as sufficient forage availability for grazing animals (Barger, 1999). In order to control gastro-intestinal nematodes through grazing management three strategies can be categorized as measures to minimize new and re-infection (Barger, 1997; Thamsborg et al., 1999; Younie et al., 2004). The three categories are ‘preventive strategies’, ‘evasive strategies’ and ‘diluting strategies’ and they are summarized in Table 4.

Studies in France and in Denmark (Bouilhol and Mage, 2001; Githigia et al., 2001) highlighted in their results how important a well thought-out grazing system is. The French survey analysed different management concepts for organic meat sheep farms and found that concepts were varying in (1) time of lambing and (2) management for weaners (moved to either infected or uninfected pastures). The first important outcome of this survey was that early lambing appears to be the key for sufficient weight gain because it uses the seasonal

plant growth to full capacity (Bouilhol and Mage, 2001). Their other finding confirms that moving weaners to safe pastures is a successful measure for parasite control.

**Table 4. Overview of different grazing management strategies (Barger, 1997; Cabaret et al., 2002b, Thamsborg et al., 1999; Younie et al., 2004)**

Preventive Strategies	Evasive Strategies	Diluting Strategies
<i>Turning out parasite free animals on clean pastures</i>	<i>Worm challenge is evaded by moving animals from contaminated to clean pasture</i>	<i>Worm challenge is relieved by diluting pasture infectivity</i>
⇒ <i>Delayed turnout</i> ⇒ Changing pastures between seasons ⇒ Moving at weaning ⇒ Late lambing ⇒ Grass reseeds ⇒ Cultivation of annual forage crops ⇒ Silage/ hay aftermaths ⇒ Alternation of different host species	⇒ <i>Moving to safe pastures within the same season</i> ⇒ Alternate grazing of different species ⇒ Hay/silage aftermaths ⇒ New grass reseeds ⇒ Cultivation of annual forage crops	⇒ <i>Avoid stocking rates close to carrying capacity of plant production</i> ⇒ <i>Reduction of the general stocking rate</i> ⇒ Mixed grazing with other host species ⇒ Alternate grazing with other host species ⇒ Mixed grazing with other age groups

In the Danish experiment the ‘dose and move’ strategy was compared to a ‘move only’ strategy (from an infected to a clean pasture) for lambs at weaning time. As a result acute parasitic gastroenteritis could be prevented and weight gains were comparable for all groups, although pasture contamination was higher on the pastures that had been grazed by the ‘move only’ group (Githigia et al., 2001).

### 5.3 Stocking Rate and Animal Behaviour

The base for successful parasite control in small ruminants is to keep the pasture infection level low so that the animals are not exposed to an excessive larval population on the pasture. A further fact that may be considered in this context is the possible correlation between actual migration height of infective larvae and stocking rate. Research results appear dissonant and controversial in this particular question. While one source states that the majority of larvae usually “crawl only one inch from the ground onto herbage, so not allowing animals to graze below that point will cut down a lot of infestation” (Wells, 1999). Another source writes that about 80% of the infective larvae can be found on the first two inches of vegetation, so avoiding grazing to below this level will reduce problems (Schoenian, 2005). On the other hand Thamsborg et al. (1996) argue that a reduced plant cover can as well create condition less favourable for larval development and that faecal deposits on short grass result in significantly reduced infective larvae on the surrounding pasture (Secher et al., 1992)

Although the correlation between stocking rate and parasite infestation is mentioned, only two studies could be found in the run-up of the literature inquiry.

Thamsborg et al. (1996) investigated the influence of an increasing stocking rate on nematode infection rate in sheep in an experiment. Their results demonstrated that the stocking rate has a rather long term effect than short term consequences because only little differences were observed in the first year whereas higher levels of infection, related to an increased stocking rate, were confirmed for the second year of the experiment.

A more recent study investigated the relationship between nematode infections and general farming aspects and characteristics on 20 French dairy goat farms (Vallade et al., 2000). In this survey those farms that needed the fewest annual anthelmintic treatments either fed supplements or had a reduced stocking rate. While Vallade et al. see a clear connection, Thamsborg et al. (1996) assume that the relationship between stocking rate and infection level is neither strong nor consistent but is very complex.

This complex relationship could originate from the fact that larval intake is not simply determined by pasture contamination but by a living organism which has a foraging strategy that might protect itself from the excessive intake of parasites “Ruminants are known to avoid grazing herbage which is contaminated with faeces” (Hutchings et al., 1998). Cooper et al. (2000) concluded in their experiments that sheep generally prefer grazing uncontaminated patches of pasture and that the presence of faeces enables sheep to detect and avoid contaminated patches. Further on in the experiment sheep generally appeared to consume fewer larvae than were present on herbage and infected sheep consumed more larvae than uninfected ones. The authors conclude that “parasite infection status and faecal distribution influence grazing behaviour and rate of infective larvae consumption”.

A study that was conducted in context with nutrition found that grazing behaviour changes with parasite infection, suggesting that sheep are able to detect metabolic signals caused by parasitism, and according to these signals start selecting plants with higher nutritional values (Cosgrove and Niezen, 2000).

Engel (2002) approached this subject by exploring behaviours of wild animals and how they manage internal parasites. It was shown that most animals have a very good understanding of what is wrong with them and often know and use the appropriate medical plants. To some extent this instinctive knowledge is still present in domesticated animals; research with goats and tanniferous plants has shown that if goats are given a choice they will select diets with moderate tannin levels.

The above discussed studies once more document how complex the relation between grazing animals and internal parasites is. It appears logical that keeping animals at the upper limit of pasture productivity interferes with the inherent necessity of ruminants to graze further away from faeces and therefore a decreased stocking rate may help to control nematodes in sheep and goats.

#### 5.4 Monitoring and Intervention

The principle of Monitoring and Intervention builds part of the base for organic farming, particularly because, as shown in chapter two, the preventive use of any conventional treatment is prohibited. Therefore regular intensive monitoring is inevitable to guarantee animal welfare (Thamsborg et al., 2004) and protect animals against unnecessary suffering.

Because any preventive use of anthelmintics is outside the organic standards, the treatment method applied at the moment is the strategic usage of anthelmintics, where only individuals are treated (Waller, 2005). However, before any therapy can be administered it has to be established which animals are physically affected by parasitic nematodes.

There are three commonly applied methods to determine worm infestation with different explanatory powers:

- (1) scoring general body condition
- (2) determine faecal egg count (FEC)
- (3) scoring for deviate physical conditions

The body condition should be monitored not only for signs of nematode infestation but also other negative influences. Early practice in Australia showed good results for worm control treating only a small percentage of the flock (10-20%), those animals with the highest FEC and those with the lowest weight gain. Nevertheless, treating animals with low weight gain seems risky as weight loss or limited weight gain can be due to several other conditions not necessarily due to parasitic nematodes (Waller, 2005).

The determination of faecal egg counts appears very useful in obtaining a clear picture of worm infestation within single animals as well as within a mob (mob counts) (Thamsborg et al., 2004). When the FEC reaches a specified limit (e.g. over 400 eggs/gram (EPG) in lambs) it indicates the need for treatment (Younie et al., 2004). However, a further source (<http://www.ceresfarm.co.nz/internalparasites.htm>) on this matter estimates trigger levels to be the following: below 500 EPG is low, in between 600 and 2000 EPG stands for moderate infestation and above 2000 EPG is critical. Consequently body condition scoring as well as faecal egg count determination allow treatment to be carried out on selected animals and therefore minimizes the risk of the buildup of anthelmintic resistance within the flock.

An approach that is quite similar to the above-mentioned faecal screening, is the use of the FAMACHA<sup>®</sup> chart to determine the degree of haemonchosis in sheep and goats (Koopmann and Epe, 2006). This chart gives farmers the possibility to assess the clinical condition by the colour of the eye mucosa (score 1-5) and drench only those animals that have a score above 3 (Bath et al., 2001). If animals become heavily infected and there is a requirement for chemical intervention, there are some points that need to be considered before the administration of any conventional de-wormer (Humann-Ziehank and Ganter, 2005):

- never treat the whole flock, only treat infected animals
- always confirm infestation by laboratory examination of a faecal sample
- check for resistance before deciding on a particular remedy
- administer treatment on empty stomach to increase efficiency
- avoid inappropriate dosing
- do not move immediately animals after drenching, wait for 1-2 days
- check success 7-10 days after drenching by laboratory FEC

## **6 Improvement of animal resistance through selective breeding**

A further possibility of controlling parasitic nematodes in sheep and goats lies within the breeding management. The idea is to use only those animals for breeding that shows either an inherently occurring resistance or resilience to nematode challenges (Bishop et al., 1996). This idea has, as other alternative strategies, come into the fore since the extent of the spreading anthelmintic resistance of parasites has become more and more obvious.

Research that has been done in the last decades could successfully show “that it is possible to exploit genetic variation in resistance to nematode parasites of sheep by selection” (Gray, 1997). The selection for resistant animals is possible within different animals as well as within different breeds of sheep and goats (SAC, Stapledon Report, 2000). Various studies have been done on this issue, some focused on the varying degrees of resistance amongst

differing breeds (Baker et al., 2004; Amarante et al., 2004), and others focused on the occurrence of resistance and its heritability within one breed (Bisset et al., 1996; Bouix et al., 1998; Gauly and Erhardt, 2001).

The outcome of these studies confirmed that within and amongst populations of animals that are challenged by internal parasites there are always animals that perform better than others, they are either resistant, resilient or tolerant (explanation see glossary)(Bishop and Stear, 2003). Breeding in recent years has concentrated on resistance last but not least because resilience is far less heritable than resistance (Eady et al., 2006). Tolerance on the other hand is not a desirable trait at all because tolerant perform well indeed but contribute to pasture contamination (Meat New Zealand, 1999).

### 6.1 Possibilities for Estimating Breeding Value

The starting point of science was to explore the ways of nematode transmission and how transmission could be restricted by modifying animals (Bishop and Stear, 2003). This led to the question of how resistance in animals could be measured to determine the criteria for which animals were being selected.

All studies that have been reviewed for this paper estimated breeding value on the base of faecal egg counts, however there are other methods which can also be used like the use of genetic markers and blood immunity response tests (Gray, 1997). In this context dag scores (DS) and faecal consistency scores have been looked into as possible indirect indicator traits for resistance but correlation between FEC and these traits has not been explored in full detail and results remain contradicting (Pollot et al., 2004)

In recent years most selection has been done on the basis of faecal egg counts (Bishop and Stear, 2003) but there is an additional blood screening test that has been developed to assist selection that is called the 'Host Resistance Test' (HRT) (AGresearch, 2004). This test measures the host antibody level and makes it thereby possible to select for animals with relatively high levels (AgVax, 2006).

In New Zealand, one of the leading countries in selective breeding, a selection index has been developed to give farmers the chance to select for resistance as well as production traits (Meat New Zealand, 1999). Those farmers that have been using this index for over ten years show a significant reduction in FEC, improved wool production and higher growth rates in ewes and lambs on their farms (SAC, Stapledon Report, 2000).

### 6.2 Relation of Resistance to other Traits

Sheep and goats have been bred for many centuries in differing and sometimes contrasting environments for various reasons, parasite resistance normally not being in the foreground. Today there is a variety of breeds - from milk to meat to dual purpose breeds either high-performing or extensive, a wide range of sheep and goats has been bred. Since the beginning of breeding towards enhanced animal resistance its relation to other performance traits (like e.g. fleece weight, body weight, fibre diameter, milk production) has been discussed and studied (Bishop and Stear, 2003). The results of the existing sources are contradicting and range from no marked genetic relationship between FEC and production traits (Eady et al., 2006), to small unfavorable genetic relationship between fleece weight and FEC (Meat New Zealand, 1999), to a significant negative correlation between FEC and daily weight gain (Gauly and Erhardt, 2001). The complex correlation of these different traits can possibly be cleared by taking a look at the underlying physiological processes (Bishop and Stear, 2003).

Animals that get challenged by nematode parasites need a surplus of energy either for an immune response or to maintain performance (e.g. growth, pregnancy, and lactation),

therefore resistance and performance competes for resources, particularly for protein. These findings are confirmed by a study of Kahn et al. (2003) in which is shown that supplementation of ewes during the peri-parturient period enhances their ability to resist infection and consequently reduces faecal egg output overall in those animals previously selected for nematode resistance. The study also confirmed lower fleece weights and wool growth rates for resistant ewes and lower birth-weights for their lambs. This once more shows the physiological problem of pregnant and lactating ewes and does. Under normal conditions nematode infection would have little impact on the animal, however during pregnancy or lactation, body resources have to be divided and in more resistant animals the division turns out to be in favour of immunity (Bishop and Stear, 2003). A similar process applies for wool growth, in which case the two traits are competing for scarce sulphur containing amino acids.

So all in all these studies show that the relation in between resistance and performance traits “are a balance of the costs of being resistant versus the beneficial consequences of being resistant” (Bishop and Stears, 2003).

## **7 Enhancing host resilience and resistance through nutrition**

The following section will concentrate on the interrelation between the nutritional status and parasite infestation in sheep and goats. This issue has been, more or less, intensively researched for about a decade now and still holds a few open questions.

The fact that the gastro-intestinal tract builds the base for a lot of physiological processes, and that it is at the same time, the central location for all those parasites this paper focuses on, makes this section particularly interesting.

The whole subject can be considered from two different points of view, the first how parasites affect the physiological processes of their hosts, and the second, how the nutritional status of the hosts can be influenced in order to enhance their resilience and resistance (Coop and Holmes, 1996).

In general it can be claimed that well nourished animals cope better and overcome infection with parasitic nematodes quicker than malnourished ones (Wells, 1999). The groups that are most susceptible to parasitism are young lambs and kids (when immunity has not been established yet) and their mothers (because of the peri-parturient drop of their immune system) (Waller and Thamsborg, 2004). Protein availability in particular (Van Houtert et al., 1995ab, Valderrábano et al., 2002) and balanced mineral supply (Sykes and Coop, 2001) seem to play key-roles in the protection from nematode infections.

As already discussed in the last section do Coop and Holmes (1996) as well as Bishop and Stears (2003) support the thesis that an animal has only a certain amount of nutritional resources (particularly protein) that have to be allocated amongst the different body functions. If the protein supply for example does not cover the necessary requirements, certain functions will be prioritized (usually to the disadvantage of immunity).

In this context the role of dietary protein has been researched intensively. Van Houtert et al. (1995a, 1995b) showed in their studies that the administration of protein supplement reduced production losses, enhanced expulsion, reduced the need for drenching significantly, increased wool production and fibre diameter and reduced faecal egg counts.

More recent studies have carried out investigations into the impact of different forage types on the performance of parasitized sheep. These studies showed a correlation between administered forages and ability to cope with worm infestation. The reviewed feeding trials both showed the positive effects on lambs feed with white clover. Niezen et al. (2002c) discovered that an increased proportion of white clover in the diet of lambs resulted in

improved weight gain and overall better performance. These findings are confirmed by Marley et al. (2005) who researched the effects of forage legumes in comparison to ryegrass in lambs, moreover they showed that the consumption of white clover leads to lower FEC and a reduced adult worm burden.

Coop and Holmes (1996) reviewed studies on the influence of nutrition on (1) parasite establishment, (2) established infections and (3) immune responses. In their conclusion protein supplementation appears to have no influence on the initial parasite establishment but on established infection and the immune response which is indicated by a reduced FEC and worm burdens and by enhanced resistance to re-infection.

Valderábano et al. (2002) could not confirm a reduction in faecal egg counts in their study but it was observed that female worm size and fecundity decreased significantly with the level of nutrition. A further review comments on what other studies have demonstrated “that protein supplementation of ewes around lambing may limit the peri-parturient rise in faecal egg counts depending on protein level during pregnancy” (Thamsborg, 2001a).

Kahn et al. (2003) showed in their study that supplementation did not affect faecal egg output in the phase prior to birth but it reduced FEC by more than 50% postpartum.

The latest study that was reviewed for this paper assessed the rate of immunity improvement in lactating ewes when the demand for protein was either decreased or fulfilled (Houdijk et al., 2006). This study points out that optimized host protein nutrition could be able to reduce the establishment of parasites around the peri-parturient loss of immunity. Further more the experiment showed that the decrease in protein demand is able to induce the regain of immunity in ewes within short periods of time. The authors conclude that if the decrease in demand is able to lead to such a dramatic improvement of immunity, the optimization of nutrition might result in an equally quick improvement.

## **8 Nematode control through bioactive forages**

In this chapter the influence of nutrition on resistance and resilience was shown and the next passage will focus on the possibilities and limitations of parasite control through feeding or grazing forages that contain anti-parasitic compounds, or nutraceuticals. Both terms refer to crops that contain plant secondary metabolites that are considered to be beneficial for the animal health rather than having an optimized nutritional value (Waller and Thamsborg, 2004).

In this context a certain group of secondary plant components, the condensed tannins have been investigated. Condensed tannins (CT) are not only included in certain plants, a lot of plants have CT content but only those with higher levels are referred to as ‘bioactive forage’. As opposed to the application of medical plants, these forages are generally non-toxic and can consequently not be overdosed and the idea is to integrate them into the normal diet of ruminants (Thamsborg, 2001a).

There seem to be several options for feeding tanniferous plants. An example of this is the cultivation of arable crops that can be integrated in the normal rotation (Niezen et al., 1998), these can then be used for either de-worming paddocks, or the plants can be preserved and fed as hay or silage at a later date.

Feeding bioactive forages is not only associated with positive effects but also with some negative consequences (Coop and Kyriazakis, 2001) and this may be the reason why plants with high tanniferous content have not been used earlier. High concentration of CT is known to lead to reduced feed digestibility, feed intake and consequently lower productivity (Aerts et al., 1999; Dawson et al., 1999). Coop and Kyriazakis (2001) therefore conclude that the

intake of tanniferous plants will only be preferred by grazing small ruminants “if the negative consequences are offset by the positive effects attributed to their anti-parasitic properties”.

### 8.1 Mode of Action of Condensed Tannins

Many studies have been undertaken to find out more about the anthelmintic effects of condensed tannins, with two main explanations for the mode of action of condensed tannins being observed (Heckendorn, 2005).

- First theory: Indirect mode of action: When tannin-rich forages are consumed, the then released condensed tannins build complexes with proteins and protect these from ruminal degradation (tannins have a higher affinity to proteins than to other substances). These complexes dissociate in the abomasum and release protein, ready for absorption. Since nematode parasitism leads to a loss of protein and decreased protein absorption, the intake of tanniferous forages may balance the protein loss and thereby increase resilience. (Min et al., 2003 ; Heckendorn, 2005)
- Second Theory: Direct mode of action: Condensed tannins directly react with the proteins on the surface of the parasites and disturb the normal physiological functions of the nematodes like mobility, food absorption or reproduction (Heckendorn, 2005)

For the successful performance a certain CT-content (35 g/ day) of the applied plants seems to be necessary (Athanasiadou et al., 2005). Alternatively Min and Hart (2003) suggest that beneficial effects of CT in plants only occur within the concentration range of 45 to 55 g of CT/kg of DryMatter (DM), levels below and above this range lead to inconsistency.

There is evidence that results obtained in studies with sheep can be transferred to the application on goats (Paolini et al. 2003c/2005b). Hoste et al. (2005b) state that data obtained in goat experiments is in agreement with those in sheep. Basic physiological processes are alike indeed but it should be kept in mind that goats are more susceptible than sheep and they take longer to acquire immunity (Thamsborg et al, 2004).

### 8.2 Promising Plant Species

A number of plants have been investigated in the last years and it was found that the CT-content of most grasses is under 1%, most temperate forage legumes have about 5% and some tropical plants contain up to 40% (Thamsborg, 2001a).

#### 8.2.1 Chicory

*Chicorium intybus* (Family: Asteraceae)

Chicory is a bushy perennial herb that has light blue to lavender coloured flowers, which is originated in the Mediterranean climate. Forage chicory is known to improve the live weight gain in lambs and to lead to lower pasture contamination because “larval survival on chicory is lower than on grasses” (Rattray, 2003). Similar results were achieved by Marley et al. (2003a, 2003b), who found that infected lambs grazing chicory had the highest live weight gain and the scanned faeces had a tendency of fewer larval development.

Athanasiadou et al. (2005) proved strong anthelmintic activity in their in vitro studies within the scope of the WORMCOPS project. In this study extract from rumen material of sheep that previously grazed pure stands of chicory was analysed, former studies had tested extracts of plant material. The subsequent in vivo study on chicory showed that feeding chicory was indeed effective against adult *T. circumcincta* but not on incoming larvae.

These results were confirmed by a five week grazing trial (Marley et al., 2003a) and two recent studies that investigated that short-term of grazing chicory leads to a reduced adult

worm burdens but no differences in egg output (Athanasidou et al., 2005; Tzamaloukas et al., 2005).

These experiments provide evidence for the ability of chicory to reduce the adult worm burden in infected sheep but they also prove the incapacity of chicory to reduce faecal egg output and prevent incoming larvae from settling. Consequently grazing chicory may help infected animals to balance weight loss due to parasitic infestation and thereby enhance the buildup of immunity. It certainly neither appears suitable to decrease pasture infectivity nor does it show the ability to protect sheep from further infestation.

Unfortunately no reports were found regarding the effectiveness of chicory on goats, so no secured conclusion can be drawn and no recommendation given in this area.

### 8.2.2 *Birdsfoot Trefoil*

*Lotus corniculatus*, *L. pendunculatus* (Family: Fabaceae)

These two lotus species are herbaceous perennial legumes with yellow flowers that are native to Europe and parts of Asia (Lolicato, 1998). *Lotus pendunculatus* is referred to as 'Greater Birdsfoot Trefoil', 'Maku Lotus' or 'Greater Lotus' whereas the other species is either called 'Birdsfoot Trefoil' or 'Goldie Lotus'.

Rattray (2003) reviewed quite a few of studies on lotus that had been conducted up until 2001. Positive results were found for performance and live weight gain during infections and variable results for the reduction of egg output and worm burdens.

The results of Marley et al. (2003ab) lead to opposing conclusions. In the feeding trial (2003a) with lambs carrying mixed infections, they found that the lotus fed group had the lowest weight gain and overall showed no significant positive effect. The impact of different forages on development and survival were explored in their other study (2003b) and resulted in no effect on hatchability but the highest larval development (L<sub>3</sub>) on birdsfoot trefoil. Two short-term grazing studies had similar results were no direct effects of birdsfoot trefoil could be investigated, although both authors wondered whether the lack of effect might have been due to a minor dosage (Athanasidou et al., 2005; Tzamaloukas et al., 2005).

Greater birdsfoot trefoil has also been investigated by Athanasidou et al. (2005b) within the scope of the wormcops project but the *in vitro* experiments could not demonstrate any anthelmintic properties. But the *in vivo* trials measured a substantially declined egg excretion for *T. circumcincta* and *Trichostrongylus spp.*

These results were less clear than those for chicory. Marley et al. (2003a) suggest that inconsistent findings could be related to the fact that different cultivars have varying CT contents. Athanasidou et al. (2005) and Tzamaloukas et al. (2005) both wonder whether their dosage had been insufficient. Unfortunately no other study has been conducted with different cultivars and levels of CT, to either confirm, or disprove this explanation.

Judging the current stage of experiments, no recommendation for the application in practise can be given; results are inconsistent and controversial and indicate an exploratory need to finally determine the potential of birdsfoot trefoil species.

### 8.2.3 *Sulla*

*Hedysarum coronarium* (Family: Fabaceae)

*Sulla* is a biennial or short-lived perennial with flowers that can vary from pink to violet originating from the Western Mediterranean and Northern Africa (Frame, 2006).

Niezen et al. (1998) found in their six week grazing trial that lambs that had grazed Sulla, had a lower FEC, reduced worm burdens and intestinal parasite density, had good live weight gain, despite infection, and were less affected by parasites.

Molan et al. (2000a) tested the effects of Sulla extract on larval development and found that the genus *T. colubriformis* was more resistant to the inhibitory effects than the other tested species. Further in vitro tests were undertaken within the scope of the Wormcops project by Hoste et al. (2005b) who observed a reduced in vitro egg hatchability but no difference in larval development. The subsequent in vivo study on lambs infected with *H. contortus* grazing Sulla showed reduced FEC and worm burdens.

Similar results were obtained by Niezen et al. (2002) who discovered that the consumption of Sulla reduced faecal egg output substantially but it also accumulated further evidence for the inefficiency of Sulla on *T. colubriformis*.

The short-term feeding trials of Athanasiadou et al. (2005), Tzamaloukas et al. (2005) and Pomroy and Adlington (2006) do not support any of the previous evidence, both trials show no positive results for Sulla consumption. The former two studies both argue that the lack of effect could be due to insufficient levels of CT, Pomroy and Adlington state similar level of CT in their diet like Niezen et al. (2002) and conclude that the lack of effect must have another reason.

The presented research results indicate that there is a discrepancy between longer and short-term experiments. The administration of Sulla seems to have no effect when applied for a short period of time but if fed for longer, it may reduce FEC and have a positive effect on animal performance.

A further question that should be considered is if it is possible to integrate the cultivation of Sulla into the farming routine. Pomroy and Adlington state that “Sulla is a difficult herbage to manage agronomically” and they further quote that the provision of a substantial amount of Sulla for an extended period of time for all animals on a farm seems difficult to achieve. Information about Sulla in the FAO-database indicates that weeds can affect Sulla at establishment, as well as after cutting, and that it is not suitable for intensive grazing (Frame, 2006).

These aspects need to be considered and indication is given that further research is necessary to find out more about the cultivation attributes of Sulla, particularly for organic agricultural systems. Moreover it seems advisable to establish the period of time required for the successful reduction of FEC.

#### 8.2.4 Sainfoin

*Onobrychis viciifolia* (Family: Fabaceae)

Sainfoin is a perennial herb which is distributed in Europe, parts of Asia and Northern America (Frame, 2006).

Barreau et al. (2005) showed in their in vitro experiments the activity of Sainfoin extract against *H. contortus* nematodes and therefore confirmed the results of Paolini et al. (2004) who had demonstrated the inhibitory effect of Sainfoin extracts on L<sub>3</sub> of *H. contortus* and *T. colubriformis* and on adult *T. circumcincta*.

Positive in vivo results have been shown in several studies. Thamsborg et al. (2001) observed in an in vivo study normal growth rates for lambs on Sainfoin, a more than 50% reduced faecal egg output of infected animals and the tendency of lower establishment of incoming larvae and expulsion of adult worm burdens. Recently there have been many studies on the possible effect of Sainfoin with all confirming the significant reduction of FEC after the

consumption of Sainfoin (Paolini et al., 2003c; Thamsborg et al., 2003; Athanasiadou et al., 2005b; Hoste et al., 2005a; Lüscher et al., 2005; Paolini et al., 2005b).

There were two short-term trials conducted on the effect of Sainfoin consumption on establishment of incoming larvae in which no evidence for any significant effects could be found (Athanasiadou et al., 2005; Paolini et al., 2005a). These findings are supported by Thamsborg et al. (2003) who showed that the consumption of Sainfoin previous to infection did not influence establishment. The only study on Sainfoin without any significant effects remains the one of Athanasiadou et al. (2005) but they cite that the concentration of CT in the Sainfoin swards might have been insufficient.

The reviewed research results provide evidence that the administration of Sainfoin can reduce faecal egg count and therefore lead to lower pasture contamination. Lüscher et al. (2005) continue to research the potential for the practical integration of tanniferous plants into agricultural practise in their large-scale project and argue that first results in particular on Sainfoin show that this plant has promising potential. In fact not all studies display the same optimism when it comes to the cultivation of Sainfoin, Thamsborg (2001b) states that Sainfoin appears not competitive in leys and has high weed infestation and Athanasiadou et al. (2005b) also mention poor establishment of Sainfoin.

Frame (2006) writes in about Sainfoin that “monocultures lack competitiveness to weed invasion” when compared to cultivation of mixed Sainfoin/grass stands.

This indicates the need for further research particularly on the cultivation side of feasibility. No recommendation can be given as long as it is not clear how suitable Sainfoin is for different climates and especially for the non chemical methods of organic agriculture.

#### 8.2.5 *Quebracho*

*Schinopsis ssp.* (Family: Anacardiaceae)

Quebracho is the Spanish name for a group of similar species of trees that are originated in tropical South America (Wikipedia, 2006). In the medical context Quebracho is referred to as an extraction from the bark of one the *Schinopsis ssp.* which is rich in condensed tannins (Paolini et al., 2003a).

The first study to be considered in this context in an extensive long-term (10 weeks) feeding study on sheep by Athanasiadou et al. (2000) with several interesting results: the administration of quebracho led to a reduction in FEC and later to lower female fecundity and adult worm burden, however the observed differences were not always significant. During the trial it was also noticed that the animals receiving quebracho had a lower live weight gain and inferior food conversion, although performance of parasitized animals did not decline to the same extent as control animals.

Two short-term experiments were conducted by Paolini et al. (2003ab); in these experiments previously infected goats were drenched with quebracho extract on a daily basis for 8 days. One group was infected with *T. colubriformis* and *T. circumcincta* (2003a) and the other group was infected with *H. contortus*. In all groups the treatment led to a reduction in egg excretion and female fecundity, with no change in the established adult worm population. This study also tested the effect of quebracho on incoming larvae of both species and a reduction was only observed for *T. colubriformis*, the reduction of *T. circumcincta* larvae was insignificant.

The following conclusions can be drawn from the above experimentation: the administration of quebracho extract appears to lead to a reduction of egg excretion and female parasite fecundity but it does not seem to lower the adult worm burden. There are no verified results available on effect of incoming larvae. However studies on quebracho administration remain

scarce and although the available results are relatively clear and indicate anthelmintic properties for quebracho, more studies are required to confirm the existing results.

A further critical point that needs to be proved is the availability of quebracho extract, which is certainly also a question of costs. It needs to be estimated whether farms can afford to purchase the delivery of this extract, or whether the application of quebracho will be limited to areas where *Schinopsis ssp.* are naturally grown.

#### 8.2.6 Other Species with high Tanniferous Contents

Apart from the above described plants, a range of grasses, shrubs and bushes have been chemically analysed for their CT-content and anthelmintic activity in vitro. Some have shown promising results when tested in vivo however not with the same benefits shown as the previously examined plants.

The following list shows tanniferous plants that have been the item of scientific consideration, either in in vitro, or in vivo studies, or both. The list is not exhaustive with research in this field an ongoing process.

**Table 5. Effect of different plants/herbs on endoparasite (in vivo and in vitro)**

Scientific name	Traditional name	Studies
<b>Forage plants</b>		
<i>Dorycnium pentaphyllum</i>	Socarillo	Molan et al., 2000b ; Niezen et al., 2002b
<i>Dorycnium rectum</i>	No common name	Molan et al., 2000b, Niezen et al., 2002b; Waghorn et al., 2006
<i>Lespedeza cuneata</i>	Chinese Lespedeza	Min and Hart, 2003; Min et al., 2005
<i>Rumex obtusifolius</i>	Dock	Molan et al, 2000b; Thamsborg, 2001a
<b>Shrubs and Trees</b>		
<i>Acacia karoo</i>	Wattle (leaves)	Kahiya et al., 2003
<i>Calluna vulgaris</i>	Heather	Hoste et al., 2005b
<i>Castanea sativa</i>	Chestnut Tree (fruit)	Hoste et al., 2005b
<i>Cornus sanguinea</i>	Common Dogwood	Athanasiadou et al., 2005b
<i>Corylus avellana</i>	Hazel tree	Paolini et al., 2004
<i>Erica ssp.</i>	Erica	Athanasiadou et al., 2005b
<i>Pinus sylvestris</i>	Pine tree (leaves)	Hoste et al., 2005b
<i>Punica granatum</i>	Pomegranate	Athanasiadou et al., 2005b
<i>Quercus ssp.</i>	Oak	Paolini et al., 2004; Hoste et al., 2005b; Athanasiadou et al., 2005b
<i>Robinia pseudacacia</i>	Black Locust	Athanasiadou et al., 2005b
<i>Rubus fruticosus</i>	Blackberry bush	Paolini et al., 2004; Hoste et al., 2005b
<i>Salix ssp.</i>	Willow	Barry et al., 2005; Diaz-Lira et al., 2005
<i>Sarothamnus scoparius</i>	Genista (leaves)	Hoste et al., 2005b
<i>Vitis ssp. extract</i>	Grape Seed extract	Waghorn et al, 2006

Shrubs and trees are of particular interest because of the alimentary spectrum of sheep and goats and their ability to browse a wide range of plants. In this context the nutritional consequences of goats browsing rangeland environments has been extensively studied, but it has taken longer to focus research on the correlation between browsed plant species and parasite infection status. Despite the scarcity of studies there is evidence of a positive effect on parasitism (Hoste et al., 2001; Hoste et al., 2005c). Although sheep are generally categorized as grazers, they still browse trees and shrubs to some extent and as current research results from New Zealand indicate this can have beneficial effects on the resilience to parasitic nematodes (Diaz Lira et al., 2005).

## 9 Alternative anthelmintic treatments

The last chapters dealt with non-chemical strategies to control internal parasites in sheep and goats, with these introduced non-chemical approaches form the framework for the animal health and welfare regarding parasites. However none of these non-chemical options offer immediate help for infected animals, they cannot be ordered or bought in a shop, they involve longer planning and require basic epidemiological knowledge. The following chapter will deal with the chemical side of parasite control on the basis of alternative treatment either derived from plants, plant mixtures or by means of homeopathic remedies.

### 9.1 Copper-Oxide Wire Particles

The basic principal of this treatment is that the availability of macro-minerals and trace elements influences the host-parasite relationship (Suttle and Jones, 1989 in: Chartier et al., 2000). When copper-oxide wire particles (COWP) are administered they remain in the rumen and release free copper into the abomasum which creates an environment that affects *H. contortus* ability to remain established (Burke et al., 2004).

Bang et al. (1990) found that the administration of copper-oxide wire particles led to a good reduction of parasite burden of *H. contortus* but the impact on other species was very average. Further research proved the efficiency of (COWP) on *H. contortus* in goats but also showed that it does not influence greatly on other species (Chartier et al., 2000).

Other research come to similar conclusions, the treatment seems to successfully reduce FEC and the number of established adults of *H. contortus* but does not work effectively on other species (Watkins, 2003). Burke et al. (2004) evaluated to optimal dosage for administration and found 2g as a single dose to be sufficient to result in reduced FEC and worm burden but not enough to lead to toxicity or predispose lambs to disease which higher concentrations do.

### 9.2 Homeopathy

Homeopathy will not be discussed in detail for two reasons. The first is that the last paper that has been written about alternative helminths control a year ago has already dealt with homeopathy sufficiently and the report on homeopathy can be recommended (Häublein, 2005). The second reason is that according to the findings of the last paper homeopathy is considered unsuitable to treat acute helminthosis in most cases. This is due to several circumstances, amongst them the lack of veterinarians that have an additional homeopathic qualification and that the application of homeopathics requires detailed knowledge as incorrect dosing rates can lead to overreaction and worsen the condition.

Despite the above findings it still cannot be generally claimed that it is impossible to de-worm with homeopathic remedies, good results have been obtained in the past in independent reports (Gibbons, 2002).

The mode of action of homeopathy is based on a thorough anamnesis and on the provision of adequate animal husbandry. It requires time and the will of the farmer to think over the whole farming process in order to detect the source of susceptibility.

In conclusion, it can be ascertained that homeopathy has the potential to help the animal to overcome its deteriorating condition caused by parasitic infection but it is currently considered unsuitable as a short-term measure to treat intestinal nematodes on organic farms (Cabaret et al., 2002b; Humann-Ziehank and Ganter, 2005).

### 9.3 Phytotherapeutical Measures against Internal Parasites

Phytotherapy is either prophylactical or therapeutical use of plants, their plant components or their preparations, and can be divided into allopathic and traditional phytotherapy (Hördegen, 2005). The allopathic phytotherapeutical approach uses scientific testing to verify the anthelmintic effectiveness of a plant or preparation, and in contrast to that the use of traditional products is based on handed down knowledge (Anonymous, 2005 in: Hördegen, 2005).

The evaluation was focused on possible risks and side-effects of plants, and on scientific verification. Listed are herbs and preparations that have either proved to have an anthelmintic efficacy (scientifically tested) or that are traditionally associated to help against internal parasites. The criterion for inclusion into the table was the frequency in which plants were mentioned in coherence with anthelmintic activity. It is important to keep in mind when considering alternative options in this area that there still remain a lot of plants not evaluated. Of the plants that have been evaluated who have been only a small number have been scientifically tested and an even smaller number have been tested in a veterinary-medically context.

#### 9.3.1 *The Applicability of Phytotherapy*

At the current stage veterinarians that are willing to work with phytotherapy have to deal with two basic problems. First of all effective plants have to be divided from ineffective ones, and secondly the physiological consequences of herbal administration need to be determined, including possible risks and side-effects. Preparations derived from plants are often thought to be harmless and widely associated to have fewer side effects and are therefore considered easier to apply, however reality shows that plants and plant extracts can be as toxic as allopathics, that they can have side effects, and if applied inappropriately they can cause severe damage and even lead to death (Reichling and Saller, 2001).

A further problem that has been explained and discussed by Häublein (2005) is the legal requirements for the use of homeopathical and phytotherapeutical remedies in the EU. These remain restrictive and discouraging for both veterinarians and farmers, with no change in the foreseeable future. For further information on this matter refer to Häublein (2005).

So before advising or suggesting anything to practically working people, these aspects should be well thought of.

#### 9.3.2 *Historical Context and Future Outlook*

From the scientific point of view little has been done in this area, even though a lot of plants are currently used in third world countries. These countries either have no need for modern medicine, because they rely on traditional knowledge or their access to modern veterinary anthelmintics is very limited because of their location and their financial situation (Hördegen, 2005). In countries where veterinarians are rare and expensive, and the single animals often have a higher esteem, great demands are placed on farmers. They are not only dealing with helminth infections but also have to be able to treat a whole range of other diseases with often successful outcomes (Nfi et al., 2001).

Sheep and goat farmers can be divided into two categories, the ones that are able to afford modern veterinary products, and the ones that cannot. Farmers that have access and can afford veterinary drugs have managed nematodes through the use of chemistry, with the second group, those without access or the financial means, continuing to use traditional remedies with more or less success.

Due to the increasing problems with modern veterinary products and the increased effort of research to find alternatives, traditionally administered plants and plant preparations have

become interesting again. This has triggered the evaluation of some of these traditionally applied plants for their anthelmintic properties with a view to finding out more about them.

The problem science has to deal with at this stage is the huge variety of plants that may or may not be suitable for the development of alternative anthelmintics. There is also the current lack of verified information to contend with. For these reasons effective plants need to be divided from ineffective ones and the quickest means of achieving this is with in vitro methods. Once a plant has proven its efficiency in vitro, further in vivo testing will be necessary to confirm the obtained results and evaluate risks, side-effects and future applicability (Hounzangebe-Adote et al., 2005a). At this stage it seems a long way off from the discovery of a potential plant to the release of a commercially viable product for use on farms.

In conclusion future research in this area seems promising, there remain a lot of plants to be tested but it is possible that there are some plants that possess a high anthelmintic effectiveness and cause no side-effects.

In the retrospection of the literature research it has been concerning to discover the incomplete and possible misleading information that is available on the internet and in other sources. The information published by Duval (1994) and the University of Aberdeen is possibly well meant but it can not be considered sufficient to only occasionally and briefly mention possible risks of plants and their preparations. This information may be misinterpreted, with people applying the information in a belief that they are doing their animals a favour by not using common anthelmintics but ending up doing severe damage to their stock.

Some preparations like copper sulphate should actually not even be mentioned as an alternative treatment. So one needs to be very careful before giving any advice to practically working farmers and only introduce plants and preparations with reference to risks and side-effects.

**Table 6. Plants and plant preparations used as alternative anthelmintics**

<b>Botanical &amp; Common Name</b>	<b>Preparation</b>	<b>Dosage</b>	<b>Risks, Side-effects &amp; Effectiveness</b>	<b>Scientific Verification &amp; Comment</b>	<b>Prime Source</b>
<b>Allium sativum</b> Garlic	Crushed cloves	1 Tsp/ animal/day	No side-effects known, further investigation of effects on derogation of milk-flavour, Effective against GIN and lungworms	traditionally applied In vivo trial showed no effect of garlic administration contradicting statements of the effectiveness	Allen, 1998 Duval, 1994 Cabaret et al., 2002b Meat New Zealand, 1998 Perezgroves, no date University of Aberdeen, no date
	Dried powder	Mixed in with feed Dosage not specified			
	Juice	Oral drench Dosage not specified			
	Capsules	2-3 / animal/ day			
<b>Annonum senegalensis</b> Custard Tree	Dried stem bark extract	Not specified for living animals	No toxicity noted	Traditionally used by Nigerian farmers In vitro test showed promising potential	Alawa et al., 2003
<b>Artemisia abrotanum</b> Southern	Powdered herbs	1 Tbs/ sheep/ twice daily for several days	No toxicity noted	Although traditionally used, activity	Hoffmann, 1995 in: Häublein, 2005

Wormwood	Young flowering shoots	Not specified		seems reliable	PFAF, 2002
<b>Artemisia absinthium</b> Common Wormwood	Dried and crushed flowers	Used or steeped in cold water	Light to medium toxic, usage can therefore not be recommended	Reputation of anthelmintic effect in trad. medicine In vitro tests showed barley sign. reduction of <i>Trichstrongylus</i>	Bara et al., 1999 in: Devantier, 2004 Duval, 1994 Wikipedia, 2006
<b>Artemisia cina</b> Eurasian Wormwood	Floral heads and seeds	Not specified	Larger quantities of this plant are toxic and even smaller amounts cause side-effects No effect on tapeworms	It is used for the fabrication of Santonin which is used in human medicine	PFAF, 2002 Duval, 1994
<b>Artemisia dracunculus</b> Tarragon	Leaves and oil	It is suggested to let it grow in the paddock and let animals voluntarily consume it	Not to apply in pregnant animals	Is known to have vermifuge properties in the traditional medicine	Duval, 1994 PFAF, 2002
<b>Artemisia herba-alba</b>	Powdered shoots	10-30 g / animal	No information available	Powder was used in a trial with goats infected with <i>H. contortus</i> and worked successfully	Idris et al., 1982
<b>Artemisia vulgaris</b> Common Mugwort	Dried and crushed flowers	Not specified	Slightly toxic, not to be used in pregnant animals	No reliable source could be found that confirms the unobjectionable efficacy	Duval, 1994 PFAF, 2002 Wikipedia, 2006 www.feenkraut.de
	Infusion	4 tsp/ l, steep for 1-2 minutes			
	All parts of the plants	Not specified			
<b>Asarum canadense</b> Wild Ginger, Snakeroot	Dried roots	Not specified	Leaves are toxic	Is known to work as an anthelmintic, traditionally used in Africa, no conducted trial could be found	Duval, 1994 PFAF, 2002
<b>Azadiracta indica</b> Neem tree	Seed and kernel oil Dried leaves Fruit Seed cake Bark	Doses depend on administration form	Latest in vivo trials give no indication of efficacy, one even found that consumption leads to increased FEC	Results are scientifically verified but vary	Costa et al., 2006 Githiori, 2004 Thomas et al., no date www.neem-foundation.org
<b>Carica papaya</b> Papaya	Latex/ Seeds/Leaves Fruits/ Roots all contain act. compon.	Administration according to active component content	Decreasing fertility Might cause abortions shortly after conception	In vitro trials have confirmed anthelmintic activity Used	Animal Science at Cornell University, 2001 Hoste et al., 2005d

	Watery mix of leaves and fruit	350ml for calves, for sheep and goats equivalently fewer	No other adverse effects	traditionally in the Philippines and other countries In vivo trials with papaya seeds in sheep showed 80% reduction in FEC In vivo trial with calves show reduction of 60%	Hounzangbe-Adote et al., 2005a Ronoredjo and Bastiaensen, no date Stepek et al., 2004
	Extract of plant material	Used in in vitro tests			
	Grounded seeds mixed with water	3g seeds/ kg/ BW for six days			
<b>Chenopodium ambrosioides</b> Goosefoot, Wormseed	Seeds or essential oil expressed from the seeds	Not specified	Essential oil is highly toxic in higher doses, commonly used vermifuge before availability of mod. anthelmintics Less effective against tapeworm Usage not recommended	Internet database and Cornell University seems to have investigated thoroughly	Animal Science at Cornell University, 2001 PFAF, 2002
	Oil, whole plants or the leaves grounded and mixed with water	Goats: 0,2ml/ kg BW Sheep: 0,1ml/ kg BW			
<b>Chrysanthemum cinerariifolium</b> Pyrethrum	Administered in powder from	Not specified	Very low toxicity for mammals	It has been discussed for years but two in vivo trials found no and very low anth. efficacy	Duval, 1994 Hammond et al., 1997 Mbaria et al., 1998
<b>Crucifers</b> There are several species of the family cuciferae that are used as anthelmintics	Brassica nigra and Sinapsis alba seeds	2 ounces/ lamb	Can be toxic if large quantities are consumed	All traditional plants with anthelmintical reputation, no in vivo experiments could be found	Duval, 1994 PFAF, 2002
	Brassica oleracea and Descurainia sophia seeds	Not specified			
	Raphanus sativus	Not specified			
	Armaratia rusticana Brassica rapa Nastrium officinale	Not specified	No data could be found on the activity of the species		
<b>Curcubita pepo</b> Pumpkin	Seeds	60 g/ sheep in 3 doses and administered with oil to expel worms	Regarded as safe when taken appropriately no info on pregnancy and lactation available Sprouting seeds produces toxins	Activity scientifically researched, reliable sources	Anonymus, 2003+ Duval, 1994 Hoffmann, 1995 in: Häublein, 2005 PFAF, 2002

<b>Daucus carota</b> Wild carrot	Whole plant Root Seeds	Not specified	Root can induce uterine contraction and other side effects are suspected	Plant can not be recommended because of missing scientific verification	Duval, 1994 PFAF, 2002
<b>Dryopteris ssp.</b> Fern ( <i>D. filix-mas</i> quoted the most)	Rhizomes and young shoots Ether extract Root stalks	The comprised filicin paralyzes worms, treatment should instantly be followed by an non-oily purgative to remove paralysed worms	Caution all species are toxic in higher doses, drying and cooking will remove the toxic ingredient but not 100% Dosage is critical	Popular and effective against tapeworms	Cabaret et al., 2002b Duval, 1994 PFAF, 2002
<b>Eucalyptus grandis</b> Eucalyptus	Fresh leaves Leaves extracts	Depends on many factors	Can be toxic, it is difficult to determine toxic potential	In vivo test in goats led to 90% reduced FEC on <i>H. contortus</i> but none on <i>Ostertagia</i>	Animal Science at Cornell University, 2001 Bennet-Jenkins and Bryant, 1996
<b>Ferula conocaula, F. gigantea</b> <b>F. narthex</b> Fennel	Gum resin obtained from roots Grazing growing fennel	Grazing for approx. 20 days on <i>F. gigantea</i> , worms get eliminated after 2-3 days	None known	Traditionally used, no scientific tests available	Duval, 1994
<b>Fumaria parviflora</b> Small-flowered/ Fine-leaved Fumitory	Aqueous ethanol extract of the whole plant	183mg/ kg BW	No signs of toxicity in in vivo trials yet	Extract had the same efficiency as common anthelmintic control product Promising alternative	Hördegen et al., 2003 FIBL activity report, 2004
<b>Juglans regia</b> English Walnut Black Walnut	Leaves Oil from the seeds Bark Root	Not specified	None known	Long history of medical use Traditional anthelm. Known to expel worms	Edward, no date
<b>Khaya senegalensis</b> Gambian Mahagony	Ethanol extract of the powdered bark	500mg/ kg BW	None known	Traditionally used as a vermifuge In vitro and in vivo tests confirmed anthelmintic potential	Ademola et al., 2004
<b>Mallotus philippensis</b> Kamala Tree	Powdered fruit Aqueous or methanol extracts	375mg/ kg BW	Administration leads to diarrhoea and restlessness which vanishes after a few hours	Scientific trials confirmed in vitro and in vivo anthelmintic activity	Akhtar and Ahmad, 1992 Singh et al., 2004

<b>Melia azedarach</b> Chinaberry Tree Indian Lilac	Leaves Bark of the roots Pulp of the fruit	Not specified	The fruit is a little poisonous, green fruit more than ripe Active against <i>H. contortus</i> and other species	Trial with goats was successful and showed virtually no side-effects	Akhtar and Riffat, 1984 in: Hammond et al., 1997 PFAF, 2002
<b>Melinis minutiflora</b> ( <i>Panicum minutiflora</i> ) ( <i>Panicum melinis</i> )	Roots are grounded and mixed with water and orally applied	Not specified	The comprised oxalats lead to adverse nutritional effects that can be compensated if animals have time to get used to consumption	Traditionally used in the Dominican Republic as a de-wormer Cornell University did in vitro tests on <i>H. contortus</i> that indicated some effect	Animal Science at Cornell University, 2001
	Crude ethanol extract for in vitro trial	/			
<b>Newbouldia laevis</b> Boundary Tree	Roots Leave extract	Not specified	No data available	Traditionally used by farmers in W.-Africa Confirmation of anthelm. Activity through in vitro testing	Brown, 1992 Hounzangbe-Adote et al., 2005a
<b>Nigella sativa</b> Black Cumin	Essential oil Ripe seeds Powdered seeds	2,5g/ kg BW	None known	Traditionally used as a anthelmintic, in vivo trial with <i>Monezia</i> confirm effect on tapeworms	Iqbal et al., 2005b PFAF, 2002
<b>Ocimum sanctum</b> Sacred Basil <b>Ocimum gratissimum</b> Basil	Leaves	Not specified	Hepatotoxic Hepatocarcinogenic In larger amounts	Confirmation of in vitro testes with <i>H. contortus</i>	Anthony et al., 2005 Asha et al., 2001 Pessoa et al., 2002
<b>Spigelia marilandica</b> Pinkroot Indian Pink	All parts of the plant can be used Root in particular	Not specified	Safe when used in proper dosage Poisonous when used in larger quantities	Especially effective with tape- and roundworms, treatment should always be followed by a saline aperient	University of Aberdeen, no date PFAF, 2002
<b>Tanacetum vulgare</b> Tansy	Seeds Leaves and flowering tops Infusion of the whole plant	Can be administered as fresh forage	Plant is poisonous if large quantities are consumed	Traditionally applied, no in vivo results available In vitro testing showed effectiveness Other species seem to possess anthelm. properties as well	Duval, 1994 Gadziev and Eminov, 1986 in : Devantier, 2004 PFAF, 2002

<b>Zanthoxylum zanthoxyloides</b> Fagara	Freshly cut leaves	4g / kg BW for three days 500g leaves/ sheep	Not mentioned	Traditionally applied in Western Africa In vitro tests confirmed activity In vivo tests showed that regular feeding is better than a single cure	Hounzangbe-Adote et al., 2005a Hounzangbe-Adote et al., 2005b
<b>Mixtures of Plants and other Components and Alternative De-wormers</b>					
<b>Apple Cider vinegar infusions</b>	Advised Plants: Wormwood Tansy Pumpkin seed Leaves and roots of the Stinging Nettle	Let one plant steep in CV for 1-3 weeks No drench dose mentioned, can be put in water troughs	See herbs above, not drench pregnant animals	According to the biodyn. Health Guide cider vinegar is a good base for steeping de-worming herbs and plants in Scientific trial with commercial CV and garlic resulted in no signif. results	BioDynamic Health Guide, Chapter 2 Devantier, 2004
<b>Apple Cider Vinegar (CV) infused with Garlic</b>	1kg garlic steeped in 10-20l CV for up to 30 days; add 1l olive oil/ 10l just before drenching	drench at intervals of 2h twice with 100ml/calf so equally less per sheep or goat	Not mentioned what happens in case of overdosing		
<b>Copper Sulphate</b>	1% solution in water treatment is applied in the morning before animals have eaten and followed by oil ½h later	50ml/ lamb 100ml/ adult sheep animals have to be left unfed for 2 hours after treatment	Can be highly toxic	It is described as an early remedy which was relatively ineffective and often highly toxic The other source stated a clear effect	Duval, 1994 Vlassoff and McKenna, 1994
<b>Diatomaceous Earth</b>	Is made from the remains of fossilised marine algae called diatoms	It is usually used as an insecticide in organic gardening And it has been claimed that it acts as a de-wormer when fed at 2% of the daily ration	Inhalation is stated to have negative consequences on health so the fine powder needs to be applied with water	One in vivo trial could be found, which showed no de-worming effect	Allen, 1998 Duval, 1994 Wells, 1999
<b>EcoVet</b>	Homeopathic and herbal formulation	Administered orally following package insert	None known	Commercial product supplied by Lifespan New Zealand Ltd. Tested with negative results	Devantier, 2004 www.lifespan.co.nz

<b>Hoeggers Herbal Wormer</b>	Wormwood Gentain Fennel Psyllium Quassia Commercial product by Hoegger Goat Supply	1,5 tsp twice daily for three consecutive days	No data available	Their web side refers to a positive research report which could not be found on the www An in vivo trial showed no effect of this powder on infected sheep	Allan, 1998 <a href="http://www.hoeggergoatsupply.com/info/report.shtml">www.hoeggergoatsupply.com/info/report.shtml</a>
<b>Linseed Oil with Pine Tree Turpentine</b>	Raw linseed oil Turpentine	Lambs: 10-15 drops turpentine mixed with an ounce of oil	Use with caution: If turpentine enters the respiratory system it may cause spasmodic closure of the mouth, therefore let the mixture be absorbed by grains before	No reliable research data could be found on this matter but it does not appear like a very safe method and can therefore not be recommended	BioDynamic Health Guide, Chapter 2 Duval, 1994
		Sheep: 80 drops turpentine mixed with 2 ounces oil			
<b>Wormaway-Sheep Wormaway-Goats</b>	Homeopathic preparation different for each animal species	Used in individuals in tabular form or as oral drench Applied to the hole flock as described above or through the water supply	None known	Commercially supplied by a New Zealand company, their own tests verify the effectiveness; an independent study could not find an anthelm.	Animalhealth solutions Ltd. <a href="http://www.animal.co.nz/">http://www.animal.co.nz/</a> Devantier, 2004

## 10 Conclusion

Parasitic nematodes remain a major threat to the health and welfare of small ruminants all over the world and the demand for alternative control measures has constantly increased during the last years. Infestation with endoparasites can have severe consequences for the animal as well as for the livestock farmers leading to economic loss and restricted productivity (Holst, 2005).

In the last decades parasites have been controlled with the preventive use of anthelmintics which has resulted in parasitic drug resistance. Although resistance in parasites is spreading, commercial farming continues to rely on the preventive use of anthelmintics.

Since the development of organic farming principles that postulate increased animal welfare and sustainability of farming methods, and the entry into force of the EU-Regulation 1804/1999 concerning veterinary treatment, the situation for many organic farms has become more and more difficult. Currently the preventive use of anthelmintics is prohibited while discovery of an equal substitute for the former used drugs does not yet appear to have been found. This process has resulted in an enforced effort from science to find effective alternative options which can be applied in organic agriculture, and also as a way of balancing the decreasing effectiveness of chemo-therapeutic measures.

Consequently the aim of this paper was to investigate the level of research in alternative strategies for control and prevention of endoparasitic diseases in organic sheep and goat

farming systems, and discuss the obtained results with regard to overall viability in organic agriculture. The emphasis was put on alternative strategies for prevention because this measure aligns more with the overall principles of organic agriculture, which is to maintain health rather than curing disease.

Reviewed were the following options: biological control, pasture management, selective breeding, optimised nutrition and bioactive forages. Although a lot of research has been done on biological control options the outcome of this area of investigation proved rather disillusioning. The use of fungus spores to control infective larvae on the pasture cannot be recommended because of the high variance between results obtained under experimental conditions and those obtained in field trials.

Effective pasture management on the other hand proved promising and offers solutions that can be successfully transferred to most farming situations with applied knowledge about host-parasite interactions and interrelations building the base for low pasture infection rates for grazing animals. There are also a number of possible management strategies (e.g. stocking rate reduction and regular intensive monitoring of animal condition) that can also help optimise animal health status.

The area of selective breeding has also shown promise as a viable control option. It is currently being practised in New Zealand and Australia with good results. Animals with strong resistance to infection are being selected for future breeding lines and as a result flocks of animals with higher resistance are being produced. As yet limited research or results have been obtained under European production conditions but this is an area which warrants future investigation.

The influence of nutritional status was also investigated in the context of non-chemotherapeutical options for control. It was found that optimised nutrition improves the ability of animals to cope with the adverse effects of worm infestation. Protein nutrition proved to be playing a key role as it is needed for growing processes as well as for immune responses. Two measures can be recommended from the findings of this report. First of all farmers should ensure sufficient food supply for their stocks at all times to avoid nutritional stress. Secondly animals that are particularly susceptible can be helped by placing them on protein-rich diets.

Another interesting research area is the administration and cultivation of bioactive forages, with a number of forages displaying promising potential. Scientific research has mainly concentrated on the extracts of the plant species chicory, birdsfoot trefoil, sainfoin, sulla and quebracho. The analysis of these plants showed all plants to have some positive potential, but also highlighted individual limitations in application. Other promising plant species were briefly discussed and showed similar findings. However from the results of this literature review none of the investigated plants have been researched sufficiently in on farm experiments to recommend any for implementation at this stage.

Alternative anthelmintic treatments are covered as well: phytotherapy, copper oxide wire particles and homeopathy, with the latter two areas were proven to be of marginal interest only. Phytotherapy turned out to hold promising options, although it has undergone far less research and in the EU as there is a restrictive legal background limiting its application.

Anthelmintic plants revealed a lot of potential options and although no concrete recommendation for a single plant can be given, further research on promising species for the commercial use is strongly recommended, as is the review of the law concerning the appliance of plant based remedies.

Many scientific studies and projects have been reviewed for this paper and these have often shown big discrepancies between results obtained under in vitro and in vivo conditions. Often

research is carried out under clinical conditions for extended periods before being moved to on farm trials and it was observed that extensive clinical research on a topic does not necessarily result in the discovery of a practical control option. While the difficulty of field trials is acknowledged (difficulty controlling parameters, etc.), it is important for them to be undertaken as early as possible to prove the viability of further research.

In conclusion the most viable control strategies proved to be development of sustainable farming systems, adoption of effective management strategies and phytotherapy.

- Phytotherapy showed numerous plants with strong anthelmintic properties and further research into those can strongly be recommended but that should not be the only focus.
- Organic agriculture in many cases seems to continue commercial farming methods while trying to avoid the use of all those chemicals that are required to maintain commercial systems in some kind of balance. However, the aim should be to develop sustainable farming systems that do not need either high inputs or constant damage control.
- This will only be achieved by revealing the real reasons for problem areas and finding adequate solutions for them. In terms of parasitic control this means the adoption of effective management strategies that aim at low pasture infectivity and optimised animal health.
- On many farms the realisation of bigger changes is often difficult because managers are over-taxed with finding immediate solutions for animal health problems and do not have the necessary distance to critically review their own work practises.
- On-farm consulting services that critically analyse all routines and processes, with particular emphasis on improved animal health, would provide an impartial opinion and advice in order to optimise farming practises with a view to controlling endoparasites.

## 11 References

- Abdulrazak, S.A., Njuguna, E.G., Karau, P.K. (2005). The effect of supplementing Rhodes grass (*Chloris gayana*) hay with *Acacia tortilis* leaves and pods mixture on intake, digestibility and growth performance of goats. *Livestock Research for Rural Development* 17.
- Ademola, I.O., Fagbemi, B.O., Idowu, S.O. (2004). Evaluation of the anthelmintic activity of Khaya senegalensis extract against gastrointestinal nematodes of sheep: in vitro and in vivo studies. *Veterinary Parasitology* 122: 151–164.
- Aerts, R.J., Barry, T.N., McNabb, W.C. (1999). Polyphenols and agriculture: beneficial effects of proanthocyanidins in forages. (Abstract).
- AgResearch (2004). Selection of sheep for resilience to nematodes. Sustainable Farming Fund. [www.maf.govt.nz/sff](http://www.maf.govt.nz/sff)
- Alawa, C.B.I., Adamu, A.M., Gefu, J.O., Ajanusi, O.J., Abdu, P.A., Chiezey, N.P., Alawa, J.N., Bowman, D.D. (2003). In vitro screening of two Nigerian medicinal plants (*Vernonia amygdalina* and *Annona senegalensis*) for anthelmintic activity. *Veterinary Parasitology* 113: 73-81.
- Allen, J. (1998) Study of Alternative Parasitides for Organic Lamb Production. Organic Farming Research Foundation Project Report. [www.organicaginfo.org/record.cfm?pk\\_doc\\_id=343&doc\\_num=13](http://www.organicaginfo.org/record.cfm?pk_doc_id=343&doc_num=13)
- Amarante, A.F.T., Bricarello, P.A., Rocha, R.A., Gennari, S.M. (2004). Resistance of Santa Ines, Suffolk and Ile de France sheep to naturally acquired gastrointestinal nematode infections. *Veterinary Parasitology* 120: 91–106.
- Anthony, J.-P., Fyfe, L., Smith, H. (2005). Plant active components - a resource for antiparasitic agents? Review in: *Trends in Parasitology* Vol.21 No.10.
- Asha, M.K., Prashanth, D., Murali, B., Padmaja, R., Amit, A. (2001). Anthelmintic activity of essential oil of *Ocimum sanctum* and eugenol. *Fitoterapia* 72: 669-70. (Abstract).
- Athanasiadou, S., Kyriazakis, I., Jackson, F. and Coop, R.L. (2000b). Consequences of long-term feeding with tannins on sheep parasited with *T. colubriformis*. *International Journal for Parasitology* 30: 1025-1033.

- Athanasiadou, S., Kyriazakis, I., Jackson, F. and Coop, R.L. (2001). Direct anthelmintic effects of tannins towards different gastrointestinal nematodes of sheep *in vitro* and *in vivo* studies. *Veterinary Parasitology* 99: 205-219.
- Athanasiadou, S., Tzamaloukas, O., Kyriazakis, I., Jackson, F., Coop, R.L. (2005). Testing for direct anthelmintic effects of bioactive forages against *Trichostrongylus colubriformis* in grazing sheep. *Veterinary Parasitology* 127: 233-243.
- Athanasiadou, S., Tzamaloukas, O., Kyriazakis, I., Jackson, F., Thamsborg, S.M., Christensen, L.P. (2005b). The role of bioactive plants to control sheep nematodes in Northern Europe. In: Thamsborg, S.M., Larsen, M., Busch, M. (2004). Sustainable, non-chemical control of small ruminant nematode parasites in Europe. Proceedings from an International Workshop held at Danish Centre of Experimental Parasitology Royal Veterinary and Agricultural University.
- Baker, R.L., Gray, G.D. (2004). Appropriate breeds and breeding schemes for sheep and goats in the tropics. p. 63-188. In: Sanı, R.A., Gray, G.D., Baker, R.L. (MN113 2004). Worm Control for Small Ruminants in Tropical Asia. [www.aciar.gov.au/web.nsf/att/JFRN-6BN9EA/\\$file/worm\\_control\\_b.pdf](http://www.aciar.gov.au/web.nsf/att/JFRN-6BN9EA/$file/worm_control_b.pdf)
- Bang, K.S., Familton, A.S., Sykes, A.R. (1990). Effect of copper oxide wire particle treatment on establishment of major gastrointestinal nematodes in lambs. *Research in Veterinary Science* 49: 132-139.
- Banks, D.J.D., Singh, R., Barger, I.A., Pratap, B., Le Jambre, L.F. (1990). Development and survival of infective larvae of *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* in a tropical environment. *International Journal for Parasitology* 20: 155-160. In: Barger, I.A. (1999). The role of epidemiological knowledge and grazing management for helminth control in small ruminants. *International Journal for Parasitology* 29: 41-47.
- Bara, S., Zaragoza, C. et al. (1999). Allelopathic and anthelmintic effect of wormwood (*Artemisia absinthium*). SEMh Congreso 1999: Sociedad Espanola de Malherbologia, Actas Longrono, Spain. In: Devantier, B. (2004). Evidence for the effectiveness of therapeutic remedies acceptable for the management of internal parasites of sheep and cattle in organic farming systems: A critical review. A paper presented in partial fulfilment of the requirements for a Graduate Diploma of Rural Studies at Massey University, New Zealand.
- Barger, I.A. (1997). Control by management. *Veterinary Parasitology* 72: 493-506.
- Barger, I.A. (1999). The role of epidemiological knowledge and grazing management for helminth control in small ruminants. *International Journal for Parasitology* 29: 41-47.
- Barrau, E., Fabre, N., Fouraste, I., Hoste, H. (2005) Effect of bioactive compounds from Sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) on the *in vitro* larval migration of *Haemonchus contortus*: role of tannins and flavonol glycosides. *Parasitology*. (accepted for publication).
- Barry, T., Kemp, P., Diaz Lira, C., McWilliam, E., Cameron, P., Ravenwood, J. (2005). Progress on Wairarapa Farms. [www.hortresearch.co.nz/projects/fodder](http://www.hortresearch.co.nz/projects/fodder)
- Bath, G.F., Hansen, J.W., Krecek, R.C., van Wyk, J.A., Vatta, A.F. (2001). Sustainable approaches for managing haemonchosis in sheep and goats. Final Report of Food and Agriculture Organization (FAO). Technical Co-operation Project No. TCP/SAF/8821.
- Behrens, H. (1987). Lehrbuch der Schafkrankheiten. 3., überarbeitete und erweiterte Auflage. Berlin und Hamburg: Paul Parey Verlag.
- Bennet-Jenkins, E., Bryant, C. (1996). Novel sources of anthelmintics. *International Journal of Parasitology*. 26: 937-947. (Abstract).
- Biodynamic Guide, Animal Health, Chapter2. [www.biodynamic.org.nz/guides/ch2anhealth.pdf](http://www.biodynamic.org.nz/guides/ch2anhealth.pdf)
- Bishop, S.C., Bairden, K., McKellar, Q.A., Stear, M.J. (1996). Genetic parameters for faecal egg count following mixed, natural predominantly *Ostertagia circumcincta* infection and relationships with live weight in young lambs. *Animal Science* 63: 423-428. In: Bishop, S.C., Stear, M.J. (2003). Modelling of host genetics and resistance to infectious diseases: understanding and controlling nematode infections *Veterinary Parasitology* 115: 147-166.
- Bishop, S.C., Stear, M.J. (2003). Modelling of host genetics and resistance to infectious diseases: understanding and controlling nematode infections *Veterinary Parasitology* 115: 147-166.
- Bisset, S.A., Vlassoff, A., Douch, P.G., Jonas, W.E., West, C.J., Green, R.S. (1996). Nematode burdens and immunological responses following natural challenge in Romney lambs selectively bred for high and low faecal worm egg count. *Veterinary Parasitology* 61: 249-263.
- Bouilhol, M., Mage, C. (2001). Parasitism in organic sheep farming. In: Hovi, M., Vaarst, M. (Ed.). Positive health - Preventive measures and alternative strategies. Proceedings of the Fifth NAHWOA Workshop. Rødding, Denmark, November 11-13, 2001.
- Bouix, J., Krupinski, J., Rzepecki, R., Nowosad, B., Skrzyzala, I., Roborzynski, M., Fudalewicz-Niemczyk, W., Skalska, M., Malczewski, A., Gruner, L. (1998). Genetic resistance to gastrointestinal nematode parasites in Polish long-wool sheep. *International Journal for Parasitology* 28: 1797-1804.
- Brown, K. (1992). Medicinal plants, indigenous medicine and conservation of biodiversity in Ghana. [www.uea.ac.uk/env/cserge/pub/wp/gec/gec\\_1992\\_36.pdf](http://www.uea.ac.uk/env/cserge/pub/wp/gec/gec_1992_36.pdf)

- Bryan, R.P. (1973). The effects of dung beetle activity on the numbers of parasitic gastrointestinal helminth larvae recovered from pasture samples. *Australian Journal of Agricultural Research* 24: 161-168. (Abstract).
- Bryan, R.P. (1976) The effect of the dung beetle, *Onthophagus gazella*, on the ecology of the infective larvae of gastrointestinal nematodes of cattle. *Australian Journal of Agricultural Research* 27: 567-574 (Abstract)
- Burke, J.M., Miller, J.E., Olcott, D.D., Olcott, B.M., Terrill, T.H. (2004). Effect of copper oxide wire particles dosage and feed supplement level on *Haemonchus contortus* infection in lambs *Veterinary Parasitology* 123: 235-243.
- Cabaret, J., Bouilhol, M., Mage, C. (2002b). Managing helminths of ruminants in organic farming. *Veterinary Research* 33: 625-640.
- Cabaret, J., Mage, C., Bouilhol, M. (2002a). Helminth intensity and diversity in organic meat sheep farms in centre of France. *Veterinary Parasitology* 105: 33-47.
- Chandrawathani, P., Jannah, O., Waller, P.J., Larsen, M., Gillespie, A., Zahari, W.M. (2003). Biological control of nematode parasites of small ruminants in Malaysia using the nematophagous fungus *Duddingtonia flagrans*. *Veterinary Parasitology* 117: 173-183.
- Chandrawathani, P., Jannah, O., Waller, P.J., Larsen, M., Gillespie, A.T. (2004). Field studies on the biological control of nematode parasites of sheep in the tropics, using the microfungus *Duddingtonia flagrans*. *Veterinary Parasitology* 120: 177-187.
- Chartier, C., Etter, E., Hoste, H., Pors, I., Koch, C., Dellac, B. (2000). Efficacy of Copper Oxide Needles for the Control of Nematode Parasites in Dairy Goats. *Veterinary Research Communications* 24: 389-399.
- Chartier, C., Paraud, C. (2005). Biological control of nematodes in goats with *Duddingtonia flagrans*, from laboratory to field trials: promising results yet to be confirmed. In: Thamsborg, S.M., Larsen, M., Busch, M. (2004). Sustainable, non-chemical control of small ruminant nematode parasites in Europe. Proceedings from an International Workshop held at Danish Centre of Experimental Parasitology Royal Veterinary and Agricultural University.
- Coles, G.C. (2005). Anthelmintic resistance - looking to the future: a UK perspective. *Research in Veterinary Science* 78: 99-108.
- Coop, R.L., Holmes, P.H. (1996). Nutrition and parasite interaction. *International Journal for Parasitology* 26: 951-962.
- Coop, R.L., Kyriazakis, I. (2001). Influence of host nutrition on the development and consequences of nematode parasitism in ruminants. *Trends in Parasitology* 17: 325-330.
- Cooper, J., Gordon, I.J., Pike, A.W. (2000). Strategies for the avoidance of faeces by grazing sheep. *Applied Animal Behaviour Science* 69: 15-33.
- Cooper, J., Gordon, I.J., Pike, A.W. (2000). Strategies for the avoidance of faeces by grazing sheep. *Applied Animal Behaviour Science* 69: 15-33.
- Cosgrove, G.P., Niezen, J.H. (2000). Intake and selection for white clover by grazing lambs in response to gastrointestinal parasitism. *Applied Animal Behaviour Science* 66: 71-85.
- Costa, C.T., Bevilacqua, C.M., Maciel, M.V., Camurca-Vasconcelos, A.L., Morais, S.M., Monteiro, M.V., Farias, V.M., da Silva, M.V., Souza, M.M. (2006). Anthelmintic activity of *Azadirachta indica* A. Juss against sheep gastrointestinal nematodes. *Veterinary Parasitology* 137: 306-316. (Abstract).
- Crawford, A., Jopson, N. (2004). McMeekan Memorial Award 2003. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 64: 315-316.
- Dawson, J.M., Buttery, P.J., Jenkins, D., Wood, C.D., Gill, M. (1999). Effects of dietary quebracho tannin on nutrient utilisation and tissue metabolism in sheep and rats. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 79: 1423-1430.
- Devantier, B. (2004). Evidence for the effectiveness of therapeutic remedies acceptable for the management of internal parasites of sheep and cattle in organic farming systems: A critical review. A paper presented in partial fulfilment of the requirements for a Graduate Diploma of Rural Studies at Massey University, New Zealand.
- Diaz Lira, C., Barry, T., Pomroy, B., McWilliam, E. (2005) Controlling parasites in weaned lambs on browse blocks. [www.hortresearch.co.nz/index/page/549](http://www.hortresearch.co.nz/index/page/549)
- Duval, J. (1994) The control of internal parasites in ruminants. [www.eap.mcgill.ca/AgroBio/ab370-04e.htm#BOTANICAL%20DEWORMERS](http://www.eap.mcgill.ca/AgroBio/ab370-04e.htm#BOTANICAL%20DEWORMERS)
- Eady, S.J., Doyle, E., Bell, A. (last updated 2006). Breeding for worm resistance - A component of sustainable worm control. [www.csiro.au/files/files/p66p.pdf](http://www.csiro.au/files/files/p66p.pdf)
- Edward, F. (no date). Black Walnut Hull. [www.parabuster.com/learning/black-walnut-hull.php](http://www.parabuster.com/learning/black-walnut-hull.php)
- Engel, C. (2002). Wild Health. How animals keep themselves well and what we can learn from them. London: Phoenix.
- Eysker, M., Bakker, N., Kooyman, F.N.J., Ploeger, H.W. (2005). The possibilities and limitations of evasive grazing as a control measure for parasitic gastroenteritis in small ruminants in temperate climates. *Veterinary Parasitology* 129: 95-104.

- Faedo, M., Barnes, E.H., Dobson, R.J., Waller, P.J. (1998). The potential of nematophagous fungi to control the free-living stages of nematode parasites of sheep: Pasture plot study with *Duddingtonia flagrans*. *Veterinary Parasitology* 76: 129-135.
- Faedo, M., Larsen, M., Thamsborg, S.M. (2000). Effect of different times of administration of the nematophagous fungus *Duddingtonia flagrans* on the transmission of ovine parasitic nematodes on pasture - a plot study. *Veterinary Parasitology* 94: 55-65.
- Fibl Activity Report (2004). Gastro-intestinal parasites: Could there be a herbal cure? p.25. [www.fibl.org/english/fibl/documents/activity-report04/livestock.pdf](http://www.fibl.org/english/fibl/documents/activity-report04/livestock.pdf)
- Fincher, G.T. (1973). Dung beetles as biological control agents for gastrointestinal parasites of livestock. *The Journal of Parasitology* 59: 396-399.
- Fontenot, M.E., Miller, J.E., Larsen, M., Gillespie, A. (2003). Efficiency of feeding *Duddingtonia flagrans* chlamydospores to grazing ewes on reducing availability of parasitic nematode larvae on pasture. *Veterinary Parasitology* 118: 203-213.
- Gadzhiev, Y.G., Eminov, R.S. (1986). Action of medical plants on gastro-intestinal nematodes of sheep. Byulleten Vsesoyuznogo Instituta Gel'minthologii im K.I. Skryabina. In: Devantier, B. (2004). Evidence for the effectiveness of therapeutic remedies acceptable for the management of internal parasites of sheep and cattle in organic farming systems: A critical review. A paper presented in partial fulfilment of the requirements for a Graduate Diploma of Rural Studies at Massey University, New Zealand.
- Gauly, M., Erhardt, G. (2001). Genetic resistance to gastrointestinal nematode parasites in Rhön sheep following natural infection. *Veterinary Parasitology* 102: 253-259.
- Ghahfarokhi, M.S., Abyaneh, M.R., Bahadori, S.R., Eslami, A., Zare, R., Ebrahimi, M. (2004). Screening of Soil and Sheep Faecal Samples for Predacious Fungi: Isolation and Characterization of the Nematode-Trapping Fungus *Arthrobotrys oligospora*. *Iranian Biomedical Journal* 8: 135-142.
- Gibbons, J. (2002). Livestock Research. Alternative methods of Internal Parasite Control in Sheep. [www.abdn.ac.uk/organic/organic\\_34.php](http://www.abdn.ac.uk/organic/organic_34.php)
- Githigia S.M., Thamsborg S.M., Larsen M., Kyvsgaard N. & Nansen P. 1997. The preventive effect of the fungus *Duddingtonia flagrans* on trichostrongyle infections of lambs on pasture. *International Journal for Parasitology* 27, 931-939.
- Githigia, S.M., Thamsborg, S.M., Larsen, M. (2001). Effectiveness of grazing management in controlling gastrointestinal nematodes in weaner lambs on pasture in Denmark. *Veterinary Parasitology* 99: 15-27.
- Githiori, J.B. (2004). Evaluation of Anthelmintic Properties of Ethnoveterinary Plant Preparations Used as Livestock Dewormers by Pastoralists and Small Holder Farmers in Kenya. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Gray, G.D. (1997). The use of genetically resistant sheep to control nematode parasitism. *Veterinary Parasitology* 72: 345-366.
- Gronvold, J., Henriksen, S.A., Larsen, M., Nansen, P., Wolstrup, J. (1996). Biological control. Aspects of biological control – with special reference to arthropodes, protozoans and helminths of domesticated animals. *Veterinary Parasitology* 64: 47-64.
- Hammond, J.A., Fielding, D., Bishop, S.C. (1997). Prospects for plant anthelmintics in tropical veterinary medicine. *Veterinary Research Communications* 21: 213-228.
- Häublein, K. (2005). Alternative Endoparasitenkontrolle bei Schafen. Diplomarbeit. Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, Universität Kassel.
- Hay, F.S., Niezen, J.H., Miller, C., Bateson, L., Robertson, H. (1997). Infestation of sheep dung by nematophagous fungi and implications for the control of free-living stages of gastro-intestinal nematodes. *Veterinary Parasitology* 70: 247-254.
- Heckendorf, F. (2005): Kondensierte Tannine - Eine Möglichkeit zur Kontrolle von Magen-Darm-Würmern? *Forum* 1/2, p. 11-13.
- Hein, W.R., Harrison, G.B.L. (2005). Vaccines against veterinary helminths. *Veterinary Parasitology* 132: 217-222.
- Hertzberg, H., Larsen, M., Maurer, V. (2002). Biologische Helminthenkontrolle bei Weidetieren mit nematophagen Pilzen. *Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschrift*. 115: 278-285.
- Holst, C.R. (2005). Untersuchungen zum Einfluss nematophager Pilze auf das Nematoden - Infektionsrisiko bei Schafen und Ziegen. Dissertation. Institut für Parasitologie der Tierärztlichen Hochschule Hannover.
- Hördegen, P. (2005). Epidemiology of internal parasites on Swiss organic dairy farms and phytotherapy as a possible worm control strategy. Dissertation. Swiss Federal Institute of Technology Zürich.
- Hördegen, P., Hertzberg, H., Heilmann, J., Langhans, W., Maurer, V. (2003). The anthelmintic efficacy of five plant products against gastrointestinal trichostrongylids in artificially infected lambs. *Veterinary Parasitology* 117: 51-60.
- Hoste, H., Athanasiadou, S., Paolini, V., Jackson, F., Valderrábano, J. (2004). Nutritional aspects of bioactive forages for nematode control in organic sheep and goats. In: Hovi, M., Sundrum, A., Padel, S. (2004). Organic livestock farming: potential and limitations of husbandry practice to secure animal health and

- welfare and food quality. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> SAFO Workshop, 25-27 March 2004, Germany, Witzenhausen. <http://www.safonetwerk.org/workshops/ws2/presen/hoste.pdf>.
- Hoste, H., Gaillard, L., Le Frileux, Y. (2005a). Consequences of the regular distribution of sainfoin hay on gastrointestinal parasitism with nematodes and milk production in dairy goats. *Small Ruminant Research* 59: 265-271.
- Hoste, H., Lévesque, H., Dorchie, Ph. (2001). Comparison of nematode infections of the gastrointestinal tract in Angora and dairy goats in a rangeland environment: relations with the feeding behaviour. *Veterinary Parasitology* 101: 127-135.
- Hoste, H., Paolini, V., Valderrabano, J., Uriarte, J., Barrau, E., Fouraste I. (2005b). Use of bioactive plants to control infections of the gastrointestinal tract with nematodes in goats in the Southern part of Europe. In: Thamsborg, S.M., Larsen, M., Busch, M. (2004). Sustainable, non-chemical control of small ruminant nematode parasites in Europe. Proceedings from an International Workshop held at Danish Centre of Experimental Parasitology Royal Veterinary and Agricultural University.
- Hoste, H., Torres-Acosta, J.F., Paolini, V., Aguilar-Caballero, A., Etter, E., Lefrileux, Y., Chartier, C., Broqua, C. (2005c). Interactions between nutrition and gastrointestinal infections with parasitic nematodes in goats. *Small Ruminant Research* 60: 141-151.
- Hoste, H., Hounzangbe-Adote, S., Fouraste, I., Moutairou, K. (2005d) In vitro effects of four tropical plants on the activity and development of the parasitic nematode, *Trichostrongylus colubriformis*. *Journal of Helminthology* 79: 29-33. (Abstract).
- Houdijk, J.G.M., Jackson, F., Coop, R.L., Kyriazakis, I. (2006). Rapid improvement of immunity to *Teladorsagia circumcincta* is achieved through a reduction in the demand for protein in lactating ewes. *International Journal for Parasitology* 36: 219-227.
- Hounzangbe-Adote, M.S., Paolini, V., Fouraste, I., Moutairou, K., Hoste, H. (2005a). In vitro effects of four tropical plants on three life-cycle stages of the parasitic nematode, *Haemonchus contortus*. *Research in Veterinary Science* 78: 155-160.
- Hounzangbe-Adote, M.S., Zinsou, F.E., Hounpke, V., Moutairou, K., Hoste, H. (2005b). In vivo effects of Fagara leaves on sheep infected with gastrointestinal nematodes. *Tropical Animal Health and Production* 37: 205-214.
- Humann-Ziehan, E., Ganter, M. (2005) Neue Strategien für eine effektive Wurmbekämpfung. *Deutsche Schafzucht* 12: 4-6.
- Hutchings, M.R., Kyriazakis, I., Anderson, D.H., Gordon, I.J., Coop, R.L., (1998). Behavioural strategies used by parasitized and non-parasitized sheep to avoid ingestion of gastro-intestinal nematodes associated with faeces. *Animal Science* 67: 97-106
- In: Vlassoff, A., Leathwick, D.M., Heath, A.C.G. (2001). The epidemiology of nematode infections of sheep. *New Zealand Veterinary Journal* 49: 213-221.
- Iqbal, Z. Jabbar, A., Akhtar, M.S., Muhammad, G., Lateef, M. (2005). Possible Role of Ethnoveterinary Medicine in Poverty Reduction in Pakistan: Use of Botanical Anthelmintics as an Example. *Journal of Agriculture and Social Science* 2: 187-195.
- Jackson, F. (2005). Other control measures. In: Thamsborg, S.M., Larsen, M., Busch, M. (2004). Sustainable, non-chemical control of small ruminant nematode parasites in Europe. Proceedings from an International Workshop held at Danish Centre of Experimental Parasitology Royal Veterinary and Agricultural University.
- Jansson, H.B., Lopez-Llorca, L.V. (2004). Control of nematodes by fungi. p. 205-215. In: Arora, D.K. (Ed.) *Fungal Biotechnology In Agricultural, Food & Environmental Applications*, Marcel Dekker, New York.
- Jansson, H.B., Tunlid, A., Nordbring-Hertz, B. (1997). Nematodes. p. 39-50. In: Anke, T. (Ed.) *Fungal Biotechnology*. Ort.: Chapman & Hall.
- Kahiya, C., Mukaratirwa, S., Thamsborg, S.M. (2003). Effects of *Acacia nilotica* and *A. karoo* diets on *Haemonchus contortus* infection in goats. *Veterinary Parasitology* 115: 265-274.
- Kahn, L.P., Knox, M.R., Walkden-Brown, S.W., Lea, J.M. (2003). Regulation of the resistance to nematode parasites of single- and twin-bearing Merino ewes through nutrition and genetic selection. *Veterinary Parasitology* 114: 15-31.
- Kassai, T. (1999). *Veterinary Helminthology*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Keatinge, R., Gray, D., Thamsborg, M.S., Martini, A., Plate, P. (2000). EU Regulation 1804/1999 - the implications of limiting allopathic treatment. In: Hovi, M., Garcia Trujillo, R. (2000) Proceedings of the Second NAHWOA Workshop. Diversity of livestock systems and definition of animal welfare. Cordoba, 8-11 January, 2000.
- Knox, M.R., Faedo, M. (2001). Biological control of field infections of nematode parasites of young sheep with *Duddingtonia flagrans* and effects of spore intake on efficacy. *Veterinary Parasitology* 101: 155-160.
- Larsen, M., Faedo, M., Waller, P.J. (1994). The potential of nematophagous fungi to control the free-living stages of nematode parasites of sheep: survey for the presence of fungi in fresh faeces of grazing livestock in Australia. *Veterinary Parasitology* 53: 275-281.

- Larsen, M., Faedo, M., Waller, P.J., Hennessy, D.R. (1998). The potential of nematophagous fungi to control the free-living stages of nematode parasites of sheep: Studies with *Duddingtonia flagrans*. *Veterinary Parasitology* 76: 121-128.
- Larsen, M., Wolstrup, J., Henriksen, S.A., Dackman, C., Gronvold, J., Nansen, P. (1991). *In vitro* stress selection of nematophagous fungi for bio control of parasitic nematodes in ruminants. *Journal of Helminthology* 65: 193-200. (Abstract).
- Lolicato, S. (1998). Lotus. Agriculture Notes. [www.dpi.vic.gov.au/dpi/nreninf.nsf/9e58661e880ba9e44a256c640023eb2e/37a0371eff4a8c2dca256f0f0020f3af/\\$FILE/AG0718.pdf](http://www.dpi.vic.gov.au/dpi/nreninf.nsf/9e58661e880ba9e44a256c640023eb2e/37a0371eff4a8c2dca256f0f0020f3af/$FILE/AG0718.pdf)
- Lüscher, A., Häring, D.A., Heckendorn, F., Scharenberg, A., Dohme, F., Maurer, V., Hertzberg, H. (2005). Use of tanniferous plants against gastro-intestinal nematodes in ruminants. In: Researching Sustainable Systems - International Scientific Conference on Organic Agriculture, Adelaide, Australia, September 21-23, 2005.
- Marley, C.L., Cook, R., Barrett, J., Keatinge, R., Lampkin, N.H., McBride, S.D. (2003). The effect of dietary forage on the development and survival of helminth parasites in ovine faeces in: *Veterinary Parasitology* 118: 93-107.
- Marley, C.L., Cook, R., Keatinge, R., Barrett, J., Lampkin, N.H. (2003a). The effect of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*) and chicory (*Cichorium intybus*) on parasite intensities and performance of lambs naturally infected with helminth parasites. *Veterinary Parasitology* 112: 147-155.
- Marley, C.L., Fraser, M.D., Fychan, R., Theobald, V.J., Jones R. (2005). Effect of forage legumes and anthelmintic treatment on the performance, nutritional status and nematode parasites of grazing lambs. *Veterinary Parasitology* 131: 267-282.
- Mbaria, J.M., Maitho, T.E., Mitema, E.S., Muchiri, D.J. (1998). Comparative efficacy of pyrethrum marc with albendazole against sheep gastrointestinal nematodes. *Tropical Animal Health and Production* 30: 17-22. (Abstract).
- Meat NZ (New Zealand) (1999). R&D Brief 34. Breeding sheep with resistance to nematode infection. Project funded by Meat New Zealand from 1991-1994. Contractor: AgResearch. [www.meatnz.co.nz/main.cfm](http://www.meatnz.co.nz/main.cfm)
- Min B.R., Hart, S.P., Miller, D., Tomita, G.M., Loetz, E., Sahlu, T. (2005). The effect of grazing forage containing condensed tannins on gastro-intestinal parasite infection and milk composition in Angora does. *Veterinary Parasitology* 130: 105-113.
- Min, B.R., Hart, S.P. (2003). Tannins for suppression of internal parasites. *Journal of Animal Science* 81: 102-109.
- Molan, A.L., Alexander, R.A., Brookes, I.M., Mac Nabb, W.C. (2000a). Effect of an extract from Sulla (*Hedysarum coronarium*) containing tannins on the migration of three sheep gastrointestinal nematodes in vitro. *Proceedings of New Zealand Society of Animal Production* 60: 21-25.
- Molan, A.L., Waghorn, G.C., Min, B.R., McNabb, W.C. (2000b). The effect of condensed tannins from seven herbage on *Trichostrongylus colubriformis* larval migration in vitro. *Folia Parasitologica* 47: 39-44.
- Nfi, A.N., Mbanya, J.N., Ndi, C., Kameni, A., Vabi, M., Pingpoh, D., Yonkeu, S., Moussa, C. (2001). Ethnoveterinary Medicine in the Northern Provinces of Cameroon. *Veterinary Research Communications* 25: 71-76.
- Niezen, J.H., Charleston, W.A.G., Robertson, H.A., Shelton, D., Waghorn, G.C., Green, R. (2002a). The effect of feeding sulla (*Hedysarum coronarium*) or lucerne (*Medicago sativa*) on lamb parasite burdens and development of immunity to gastrointestinal nematodes. *Veterinary Parasitology* 105: 229-245.
- Niezen, J.H., Robertson, H.A., Sidey, A., Wilson, S.R. (2002c). The effect of pasture species on parasitism and performance of lambs grazing one of three grass-white clover pasture swards. *Veterinary Parasitology* 105: 303-315.
- Niezen, J.H., Robertson, H.A., Waghorn, G.C., Charleston, W.A.G. (1998). Production, faecal egg counts and worm burdens of ewe lambs which grazed six contrasting forages. *Veterinary Parasitology* 80: 15-27.
- Niezen, J.H., Waghorn, G.C., Graham, T., Carter, J.L., Leathwick, D.M. (2002b) The effect of diet fed to lambs on subsequent development of *Trichostrongylus colubriformis* larvae in vitro and on pasture. *Veterinary Parasitology* 105: 269-283.
- Paolini V., Fouraste I. and Hoste H. (2004). In vitro effects of three woody plant and sainfoin extracts on two parasitic stages of three parasitic nematode species. *Parasitology* 129: 69-77.
- Paolini, V., Bergeaud, J.P., Grisez, C., Prevot, F., Dorchie, Ph., Hoste, H. (2003b). Effects of tannins on goats experimentally infected with *Haemonchus contortus*. *Veterinary Parasitology* 113: 253-261.
- Paolini, V., De La Farge, F., Prevot, F., Dorchie, Ph., Hoste, H. (2005b). Effects of the repeated distribution of sainfoin hay on the resistance and the resilience of goats naturally infected with gastrointestinal nematodes. *Veterinary Parasitology* 127: 277-283.
- Paolini, V., Dorchie, Ph., Hoste, H. (2003c). Effects of sainfoin hay on gastrointestinal nematode infections in goats. *Veterinary Record* 152: 600-601.
- Paolini, V., Frayssines, A., De La Farge, F., Dorchie, Ph., Hoste, H. (2003a). Efficacy of tannins on established populations and on incoming larvae of *Trichostrongylus colubriformis* and *Teladorsagia circumcincta* in goats. *Veterinary Research* 34: 331-339.

- Paolini, V., Prevot, F., Dorchie, Ph., Hoste, H. (2005a). Lack of effects of quebracho and sainfoin hay on incoming third-stage larvae of *Haemonchus contortus* in goats. Short communication. *The Veterinary Journal* 170: 260-263.
- Paraud, C., Chartier, Ch. (2003) Efficacy of *Duddingtonia flagrans* against infective larvae of gastrointestinal nematodes (*Teladorsagia circumcincta*) and small lungworm (*Muellerius capillaris*) in goat faeces. *Parasitology Research* 89: 102-106.
- Paraud, C., Hoste, H., Lefrileux, Y., Pommaret, A., Paolini, V., Pors I., Chartier Ch. Administration of *Duddingtonia flagrans* chlamydospores to goats to control gastro-intestinal nematodes: dose trials. *Veterinary Research* 36: 157-166.
- Paraud, C., Pors, I., Chicard, C., Chartier, C. (2006). Comparative efficacy of the nematode-trapping fungus *Duddingtonia flagrans* against *Haemonchus contortus*, *Teladorsagia circumcincta* and *Trichostrongylus colubriformis* in goat faeces: influence of the duration and of the temperature of coproculture. *Parasitology Research* 98: 207-213.
- Parnell, I.W., Gordon, H.M. (1963). Predaceous fungi: a possible method of biological control of parasitic nematodes. *Journal of Helminthology* 37: 339-342. (Abstract).
- Persson, L. (1974). Studies on the bionomics of eggs and infective larvae of *Ostertagia ostertagi* and *Cooperia oncophora* in soil. *Zentralblatt für Veterinärmedizin*, Reihe B 21: 318-328. In: Gronvold, J., Henriksen, S.A., Larsen, M., Nansen, P., Wolstrup, J. (1996). Biological control. Aspects of biological control – with special reference to arthropods, protozoans and helminths of domesticated animals. *Veterinary Parasitology* 64: 47-64.
- Pessoa, L.M., Morais, S.M., Bevilaqua, C.M., Luciano, J.H. (2002). Anthelmintic activity of essential oil of *Ocimum gratissimum* Linn. and eugenol against *Haemonchus contortus*. *Veterinary Parasitology* 109: 59-63.
- Pollott, G.E., Karlsson, L.J.E., Eady, S., Greeff, J.C. (2004). Genetic parameters for indicators of host resistance to parasites from weaning to hogget age in Merino sheep. *Journal of Animal Science* 82: 2852-2864.
- Pomroy, W.E., Adlington, B.A. (2006). Efficacy of short-term feeding of sulla (*Hedysarum coronarium*) to young goats against a mixed burden of gastrointestinal nematodes. Short communication. *Veterinary Parasitology* 136: 363-366.
- Rahmann, G., Koopmann, R., Hertzberg, H. (2002). Gesundheit erhalten statt Krankheit Kurieren. FORSCHUNGSReport, Verbraucherschutz, Ernährung, Landwirtschaft. Forschungs Report Nr. 1 p. 4-7.
- Ratray, P.V. (2003). Helminth Parasites in the New Zealand Meat & Wool Pastoral Industries : A Review of Current Issues. Final Report p.114-117.
- Reichling, J., Saller, R. (2001). Pflanzliche Arzneimittel in der Veterinärphytotherapie. Schweiz. Arch. Tierheilk. 143: 395-403. [http://scholar.google.de/scholar?hl=de&lr=&q=cache:zuBnoea3aWEJ:www.bogar.com/Files/2001\\_reichling\\_saller\\_de.pdf+autor:Reichling,+autor:Saller](http://scholar.google.de/scholar?hl=de&lr=&q=cache:zuBnoea3aWEJ:www.bogar.com/Files/2001_reichling_saller_de.pdf+autor:Reichling,+autor:Saller)
- Rommel, M., Eckert, J., Kutzer, E., Körting, W., Schneider, T. (2000). Veterinärmedizinische Parasitologie: Begründet von J.Boch und R.Supperer. 5., vollständig neubearbeitete Auflage. Berlin: Parey.
- Ronoredjo, E.P., Bastiaensen, P.X.M. (No Date). The Use of Indigenous Papaya (*Carica papaya*) as an Anthelmintic for the Treatment of Gastro-intestinal Nematodes in Naturally Infected Calves in Suriname. [www.bastiaensen.be/11-Ronoredjo.pdf](http://www.bastiaensen.be/11-Ronoredjo.pdf)
- Schoenian, S. (last reviewed 2005). Internal Parasite Control. [www.sheep101.info/201/parasite.html](http://www.sheep101.info/201/parasite.html)
- Secher, B., Groncolv, J., Thamsborg, S. (1992). Unpublished data. In: Thamsborg, S.M., Jörgensen, S.M., Waller, P.J., Nansen, P. (1996). The influence of stocking rate on gastrointestinal nematode infections of sheep over a two-year grazing period. *Veterinary Parasitology* 67: 207-224.
- Shaik, S.A., Terrill, T.H., Miller, J.E., Kouakou, B., Kannan, G., Kallu, R.K., Mosjidis, J.A. (2004). Effects of feeding sericea lespedeza hay to goats infected with *Haemonchus contortus*. *South African Journal of Animal Science* 34: 248-250.
- Silvestre, A., Chartier, C., Sauvé, C., Cabaret, J. (2000). Relationship between helminth species diversity, intensity of infection and breeding management in dairy goats. *Veterinary Parasitology* 94: 91-105.
- Singh, A. (no date). Managing internal parasites in organic livestock. Extracted from COG's Organic Livestock Handbook. [www.cog.ca/documents/Managinginternalparasitesinorganiclivestock.pdf](http://www.cog.ca/documents/Managinginternalparasitesinorganiclivestock.pdf)
- Steppek, G., Behnke, J.M., Buttle, D.J., Duce, I.R. (2004). Natural plant cysteine proteinases as anthelmintics? *Trends in Parasitology* Vol.20 No.7.
- Stubbings, L. (2003). Internal Parasite Control in Sheep. Proceedings of a Workshop to decide short term strategies to slow the development of anthelmintic resistance in internal parasites of sheep in the United Kingdom. The Kensington Close Hotel, London, 11th-12th March 2003.
- Sykes A.R., Coop R.L. (2001). Interactions between nutrition and gastrointestinal parasitism in sheep. *New Zealand Veterinary Journal* 49: 222-226. (Abstract).
- Terrill, T.H., Larsen, M., Samples, O., Husted, S., Miller, J.E., Kaplan, R.M., Gelay, S. (2004). Capability of the nematode-trapping fungus *Duddingtonia flagrans* to reduce infective larvae of gastrointestinal nematodes in goat feces in the south-eastern United States: dose titration and dose time interval studies. *Veterinary Parasitology* 120: 285-296.

- Thamsborg, S.M. (2001b). Options for parasite control using tanniferous forages in livestock in Northern temperate areas. Lecture given on: The 18<sup>th</sup> International Conference of the World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology: Promoting Advancement, Preserving Tradition, Stresa, Italy, 26.-30. August 2001. <http://orgprints.org/4519>
- Thamsborg, S.M., (2001a). Parasite control on organic sheep farms - options and limitations. In: Hovi, M., Vaarst, M. (Ed.). Positive health - Preventive measures and alternative strategies. Proceedings of the Fifth NAHWOA Workshop. RØdding, Denmark, November 11-13, 2001.
- Thamsborg, S.M., Jörgensen, S.M., Waller, P.J., Nansen, P. (1996). The influence of stocking rate on gastrointestinal nematode infections of sheep over a two-year grazing period. *Veterinary Parasitology* 67: 207-224.
- Thamsborg, S.M., Larsen, M., Busch, M. (2004). Sustainable, non-chemical control of small ruminant nematode parasites in Europe. Proceedings from an International Workshop held at Danish Centre of Experimental Parasitology Royal Veterinary and Agricultural University.
- Thamsborg, S.M., Mejer, H., Bandier, M., Larsen, M. (2003). Influence of different forages on gastrointestinal nematode infections in grazing lambs. Lecture given on: The 19th International Conference for the Advancement of Veterinary Parasitology, New Orleans, Louisiana, USA, 10.-14. August 2003. <http://orgprints.org/4520>
- Thamsborg, S.M., Mejer, H., Roepstorff, A. (2001). Sainfoin reduces the establishment of nematode infections in grazing lambs. Lecture given on: The 18th International Conference of the World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology: Promoting Advancement, Preserving Tradition, Stresa, Italy, 26.-30. August 2001. <http://orgprints.org/4517>
- Thamsborg, S.M., Roepstorff, A. (2003). Parasite problems in organic livestock and options for control. *Journal of Parasitology* 89: 277-284.
- Thamsborg, S.M., Roepstorff, A., Larsen, M., (1999). Integrated and biological control of parasites in organic and conventional production systems. *Veterinary Parasitology* 84: 169-186.
- The Scottish Agricultural College (SAC) (last reviewed 2000). Stapledon Report - The control of worms in sheep. (5) The control of worms by breeding resistant sheep. [www1.sac.ac.uk/animal/external/publications/stapledon%20rep/staple25.htm](http://www1.sac.ac.uk/animal/external/publications/stapledon%20rep/staple25.htm)
- Thomas, G.W., Cooper, B., Lauckner, B. (no date). Preliminary investigation into the use of neem as an anthelmintic for the control of gastro-intestinal parasites of small ruminants. [www.agriculture.gov.bb/files/Neem.pdf](http://www.agriculture.gov.bb/files/Neem.pdf)
- Thomas, M.L. (2001). Dung Beetle Benefits in the Pasture Ecosystem. <http://attra.ncat.org/attra-pub/PDF/dungbeetle.pdf>
- Tzamaloukas, O., Athanasiadou, S., Kyriazakis, I., Jackson, F., Coop, R.L. (2005). The consequences of short-term grazing of bioactive forage on established adult and incoming larvae populations of *Teledorsagia circumcincta* in lambs. *International Journal for Parasitology* 35: 329-335.
- Uriarte, J., Llorent, M.M., Valderrábano, J. (2003). Seasonal changes of gastrointestinal nematode burden in sheep under an intensive grazing system. *Veterinary Parasitology* 118: 79-92.
- Valderrábano, J., Delfa, R., Uriarte, J. (2002). Effect of level of feed intake on the development of gastrointestinal parasitism in growing lambs. *Veterinary Parasitology* 104: 327-338.
- Vallade, S., Hoste, H., Goudeau, C., Broqua, C., Lazard, K., LeFrileux, Y., Chartier, C., Etter, E. (2000). Relationship between nematode parasitism of the digestive tract and the characteristics of dairy goat farms in two French regions. *Revue de Medecine Veterinaire* 151: 1131-1138.
- Van Houtert, M.F.J., Barger, I.A., Steel, J., (1995a). Dietary protein for young grazing sheep: interactions with gastrointestinal parasitism. *Veterinary Parasitology* 60: 283-295.
- Van Houtert, M.F.J., Barger, I.A., Steel, J.W., Windon, R.G., Emery, D.L., (1995b). Effects of dietary protein intake on responses of young sheep to infection with *Trichostrongylus colubriformis*. *Veterinary Parasitology* 56: 163-180.
- Vlassoff, A., Leathwick, D.M., Heath, A.C.G. (2001). The epidemiology of nematode infections of sheep. *New Zealand Veterinary Journal* 49: 213-221.
- Vlassoff, A., McKenna, P.B. (1994). Nematode parasites of economic importance in sheep in New Zealand. *New Zealand Journal of Zoology* 21: 1-8.
- Waghorn, T.S., Leathwick, D.M., Chen, L.-Y., Gray, R.A.J., Skipp, R.A. (2002). Influence of nematophagous fungi, earthworms and dung burial on development of the free-living stages of *Ostertagia (Teladorsagia) circumcincta* in New Zealand. *Veterinary Parasitology* 104: 119-129.
- Waghorn, T.S., Leathwick, D.M., Chen, L.-Y., Skipp, R.A. (2003). Efficacy of the nematode-trapping fungus *Duddingtonia flagrans* against three species of gastro-intestinal nematodes in laboratory faecal cultures from sheep and goats. *Veterinary Parasitology* 118: 227-234.
- Waghorn, T.S., Molan, A.L., Deighton, M., Alexander, R.A., Leathwick, D.M., McNabb, W.C., Meagher, L.P. (2006). In vivo anthelmintic activity of *Dorycnium rectum* and grape seed extract against *Ostertagia (Teladorsagia) circumcincta* and *Trichostrongylus colubriformis* in sheep. *New Zealand Veterinary Journal* 54: 21-27.

- Waller, P.J. (2005). Targeted use of anthelmintics. In: Thamsborg, S.M., Larsen, M., Busch, M. (2004). Sustainable, non-chemical control of small ruminant nematode parasites in Europe. Proceedings from an International Workshop held at Danish Centre of Experimental Parasitology Royal Veterinary and Agricultural University.
- Waller, P.J., Faedo, M., Ellis, K. (2001b). The potential of nematophagous fungi to control the free-living stages of nematode parasites of sheep: towards the development of a fungal controlled release device. *Veterinary Parasitology* 102: 299-308.
- Waller, P.J., Knox, M.R., Faedo, M. (2001a). The potential of nematophagous fungi to control the free-living stages of nematode parasites of sheep: feeding and block studies with *Duddingtonia flagrans*. *Veterinary Parasitology* 102: 321-330.
- Waller, P.J., Schwan, O., Ljungström, B.-L., Rydzik, A., Yeates, G.W. (2004). Evaluation of biological control of sheep parasites using *Duddingtonia flagrans* under commercial arming conditions on the island of Gotland, Sweden. *Veterinary Parasitology* 126: 299-315.
- Waller, P.J., Thamsborg, S.M. (2004). Nematode control in 'green' ruminant production systems. *Trends in Parasitology* Vol.20 No.10.
- Watkins, A.D. (2003). Effectiveness of copper-wire particles on the control of *Haemonchus contortus* in sheep. A Thesis. Graduate Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College.
- Wells, A. (1999). Integrated parasite Management for Livestock. Livestock Systems Guide. [www.attra.org/attra-pub/PDF/livestock-ipm.pdf](http://www.attra.org/attra-pub/PDF/livestock-ipm.pdf)
- Winkelmann, J. (2005). Schaf- und Ziegenkrankheiten. 3., völlig überarbeitete Auflage. Stuttgart (Hohenheim): Eugen Ulmer.
- Wolstenholme, A.J., Fairweather, I., Prichard, R., von Samson-Himmelstjerna, G., Sangster, N.C. (2004) Drug resistance in veterinary helminths. *Trends in Parasitology* Vol.20 No.10.
- Wolstrup, J., Gronvold, J., Henriksen, S.A., Nansen, P., Larsen, M., Bogh, H.O., Ilsoe, B. (1994). An attempt to implement the nematode-trapping fungus *Duddingtonia flagrans* in biological control of trichostrongyle infections of first year grazing calves. *Journal of Helminthology* 68: 175-80. (Abstract).
- Younie, D. (2000). Integration of livestock into organic farming systems: health and welfare problems. Paper presented at NAHWOA 2nd Workshop, Cordoba, Spain, 9-11 January 2000.
- Younie, D., Thamsborg, S.M., Ambrosini, F., Roderick, S. (2004). Grassland Management and Parasite Control. Chapter 14, p. 309-324 In: Vaarst, M. (Editor) (2004). Animal health and welfare in organic agriculture. Wallingford: CABI Publishing.

## Untersuchungen zur analytischen Unterscheidung ökologisch und konventionell erzeugter Milch

JOACHIM MOLKENTIN

Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Institut für Chemie und Technologie der Milch,  
Hermann-Weigmann-Str. 1, 24103 Kiel, joachim.molkentin@bfe.de

### Abstract

#### Investigations into the analytical differentiation of organically and conventionally produced milk

The sales of organic milk have increased considerably the last years and partly have already caused supply shortages. To encounter the danger of lucrative wrong declaration, a method to distinguish organically from conventionally produced milk is of special significance for consumer protection. Since the milk composition fundamentally depends on the feeding of cows, 35 milk samples of both origins were collected within 12 months to reflect the seasonal variation and examined with respect to suitable analytical parameters. The analysis of fatty acids enabled to completely distinguish both origins by the contents of  $\alpha$ -linolenic acid (C18:3 $\omega$ 3) or eicosapentaenoic acid (C20:5 $\omega$ 3), which both were higher in organic production. Isotope ratio mass spectrometry (IRMS) did not yield any significant differences for the stable isotopes of nitrogen ( $\delta^{15}\text{N}$ ). However, using the stable isotopes of carbon ( $\delta^{13}\text{C}$ ), again a complete distinction between organically and conventionally produced milk was achieved, which can be explained by different amounts of maize in the feed. The  $\delta^{13}\text{C}$ -values of conventional milk fat were higher all year round. A high negative correlation was found between C18:3 $\omega$ 3 and  $\delta^{13}\text{C}$  with  $r = -0.92$ . The general suitability of the identified parameters must be checked with a representative number of samples probably showing extended variation ranges.

*Keywords: organic milk, organic production, identification, stable isotopes, fatty acids*

### Abstrakt

Der Absatz von Biomilch ist den letzten Jahren deutlich gestiegen und hat teilweise bereits zu Lieferengpässen geführt. Um der Gefahr einer lukrativen Falschdeklaration zu begegnen, ist ein Verfahren zur Unterscheidung ökologisch von konventionell erzeugter Milch von besonderer Bedeutung für den Verbraucherschutz. Da die Zusammensetzung der Milch wesentlich von der Fütterung der Kühe bestimmt wird, wurden unter Berücksichtigung der jahreszeitlichen Variation innerhalb von 12 Monaten 35 Milchproben beiderlei Herkunft hinsichtlich geeigneter analytischer Parameter untersucht. Die Fettsäureanalytik erlaubte eine vollständige Differenzierung beider Herkünfte anhand der Gehalte an  $\alpha$ -Linolensäure (C18:3 $\omega$ 3) oder Eicosapentaensäure (C20:5 $\omega$ 3), die beide in der ökologischen Erzeugung höher lagen. Die Isotopenverhältnis-Massenspektrometrie (IRMS) ergab keine signifikanten Unterschiede für die stabilen Isotope des Stickstoffs ( $\delta^{15}\text{N}$ ). Dagegen war anhand der stabilen Isotope des Kohlenstoffs ( $\delta^{13}\text{C}$ ) wiederum eine vollständige Differenzierung zwischen ökologisch und konventionell erzeugter Milch möglich, die auf unterschiedliche Maisanteile im Futter zurückzuführen ist. In konventioneller Milch lagen die  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte des Milchfettes ganzjährig höher. Zwischen C18:3 $\omega$ 3 und  $\delta^{13}\text{C}$  wurde eine hohe negative Korrelation mit  $r = -0,92$  gefunden. Die generelle Eignung der identifizierten Parameter muss an einer repräsentativen Probenanzahl mit möglicherweise erweiterten Schwankungsbereichen überprüft werden.

*Schlüsselwörter: Biomilch, ökologische Erzeugung, Identifizierung, stabile Isotope, Fettsäuren*

## **1 Einleitung**

Die Nachfrage nach ökologisch erzeugten Lebensmitteln ist in Deutschland in den letzten Jahren deutlich gestiegen. Insbesondere im Milchmarkt gab es seit Ende 2003 erhebliche Bewegung mit jährlichen Zuwächsen bei Biomilch von über 20%. Der mengenmäßige Marktanteil von Bio-Frischmilch betrug 2005 in Deutschland immerhin schon 5,4 % (ZMP, 2006), was bereits zu regionaler Angebotsknappheit und Lieferengpässen geführt hat. Ähnliche Steigerungen wurden u. a. auch im Vereinigten Königreich oder den USA beobachtet. Um der Gefahr einer aufgrund des erheblich höheren Einzelhandelspreises von Biomilch lukrativen Falschdeklaration zu begegnen, ist gerade in dieser Situation ein Verfahren zur Unterscheidung ökologisch von konventionell erzeugter Milch von besonderer Bedeutung für die Lebensmittelüberwachung und den Verbraucherschutz.

Richtlinien für die ökologische Produktion von Lebensmitteln werden in Deutschland zum einen von privaten Erzeugerverbänden wie z. B. Bioland, Demeter oder Naturland vorgegeben, sind aber offiziell auch durch das Bio-Siegel sowie die zugrunde liegende EU-Verordnung 2092/91 inklusive Folgerecht geregelt. Alle Richtlinien enthalten ähnliche Grundlagen. Wesentliche Elemente der ökologischen Milcherzeugung sind die geschlossenen Stoffkreisläufe. So muss das gesamte Futter aus ökologischer Erzeugung – vorwiegend vom gleichen Betrieb – stammen und ohne Kunstdünger und Pestizide angebaut werden. Die Düngung von Anbauflächen erfolgt daher weitgehend mit organischem Material, z. B. Mist oder Gülle. Im Sommer besteht das Grundfutter der Milchkühe überwiegend aus frischem grünem Weidefutter, das bevorzugt durch Weidegang aufgenommen wird. Auch im Winter enthält das Futter einen hohen Anteil von Gras-/Kleesilage. Außerdem ist der Einsatz von Kraftfutter in der Milchkuhfütterung eingeschränkt. Insgesamt liegt im Vergleich zur konventionellen Milcherzeugung in der ökologischen Produktion ein ganzjährig höherer Anteil an Weidefutter bzw. Gras vor.

Ziel der hier vorgestellten Arbeiten war es, die Möglichkeiten zur Unterscheidung ökologisch und konventionell erzeugter Milch mit Hilfe instrumenteller Verfahren wie der Analyse von Fettsäuren oder stabiler Isotope zu evaluieren. Um zu untersuchen, ob die unterschiedliche Haltung insgesamt zu charakteristischen Unterschieden führt, muss dabei die jahreszeitliche Variation der Futterzusammensetzung in beiden Haltungsformen berücksichtigt werden. Sollte sich der Schwankungsbereich einzelner Parameter in Biomilch nicht mit dem in konventioneller Milch überlappen, könnte das die Basis eines Nachweisverfahrens für Biomilch sein. Anderenfalls ist auch eine Kombination mehrerer Parameter denkbar.

## **2 Material und Methoden**

### **2.1 Proben**

Um die jahreszeitliche Variation zu erfassen, wurden an fünf Terminen zwischen März 2004 und Februar 2005 jeweils zwei ökologisch und zwei konventionell erzeugte pasteurisierte Vollmilchproben aus dem Kieler Einzelhandel beschafft. Zusätzlich wurden an vier Terminen zwischen Mai 2004 und Februar 2005 jeweils zwei ökologisch und zwei konventionell erzeugte Rohmilchproben ab Hof bezogen, die von zwei benachbarten Milcherzeugern bei Kiel stammten. Die Rohmilch wurde sofort nach Erhalt pasteurisiert. Das Milchfett wurde aus der pasteurisierten Milch nach Röse-Gottlieb (IDF, 1996) extrahiert und schonend getrocknet. Zur Herstellung von Milchpulver wurde ein Teil der Milch lyophilisiert und anschließend im Mörser zerrieben.

## 2.2 Gaschromatographie der Fettsäuren

Zur Ermittlung der Fettsäurezusammensetzung wurde das Milchfett in die Fettsäuremethylester überführt und auf einem Gaschromatographen (Varian CP-3800, Darmstadt) mit Universalinjektor 1079 (Split-Modus) und FID analysiert. Analytische Details wurden bereits früher beschrieben (Molkentin, 2006).

## 2.3 Isotopenverhältnis-Massenspektrometrie (IRMS)

Zur Analyse der Kohlenstoff- und Stickstoffisotope wurden jeweils 0,46 mg Milchfett bzw. 1,70 mg Vollmilchpulver in Zinnkapseln eingewogen und mit einem Autosampler AS200 (Thermo Electron, Mailand/Italien) in einen Elementaranalysator Flash EA 1112 (Thermo Electron) eingebracht. Die Proben wurden in einem mit Chrom(III)oxid und versilbertem Kobaltoxid gefüllten Reaktor bei einer Ofentemperatur von 1020 °C unter Sauerstoffzufuhr (Injektionszeit 3 sec) verbrannt. Die gebildeten NO<sub>x</sub> wurden in einem zweiten mit Kupferdraht gefüllten Reaktor bei 680 °C zu N<sub>2</sub> reduziert. Wasser wurde mittels Magnesiumperchlorate entfernt. In einem kontinuierlichen Heliumstrom von 90 ml min<sup>-1</sup> wurden die Reaktionsgase N<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub> auf einer gepackten GC-Säule bei 45 °C getrennt und über ein ConFlo III Interface (Thermo Electron, Bremen) in das Massenspektrometer überführt, wobei das CO<sub>2</sub>-Signal mit Helium verdünnt wurde.

Die Analyse der Stabilisotopen-Verhältnisse von Kohlenstoff (<sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C) und Stickstoff (<sup>15</sup>N/<sup>14</sup>N) erfolgte an einem Delta<sup>plus</sup> XL Isotopenverhältnis-Massenspektrometer (Thermo Electron, Bremen) unter Verwendung der Software ISODAT 1.5 (Thermo Electron). Die Isotopenverhältnisse sind in ‰ auf einer δ-Skala angegeben und beziehen sich auf die internationalen Standards VPDB bzw. AIR. Für Kohlenstoff wurden die δ-Werte wie folgt berechnet:

$$\delta^{13}\text{C} [\text{‰}] = \frac{R_{\text{Probe}} - R_{\text{Standard}}}{R_{\text{Standard}}} \cdot 1000 \qquad R = \frac{c_{^{13}\text{C}}}{c_{^{12}\text{C}}}$$

Die δ<sup>15</sup>N-Werte wurden entsprechend berechnet. Die mit Hilfe des jeweiligen Referenzgases ermittelte Standardabweichung der Messung (n = 9) betrug ≤ 0,05 ‰. Um eventuelle Inhomogenitäten des Probenmaterials zu berücksichtigen und repräsentative Daten zu erhalten, wurde von jeder Probe der Mittelwert aus 3 Analysen bestimmt, deren Standardabweichung < 0,15 ‰ war. Saccharose und Harnstoff (Merck, Darmstadt) wurden mit den internationalen Standards IAEA-CH-6 (δ<sup>13</sup>C<sub>VPDB</sub> = -10,4 ‰), IAEA-CH-7 (δ<sup>13</sup>C<sub>VPDB</sub> = -31,8 ‰) und NBS 22 (δ<sup>13</sup>C<sub>VPDB</sub> = -29,7 ‰) für Kohlenstoff bzw. IAEA-N1 (δ<sup>15</sup>N<sub>Air</sub> = 0,4 ‰), IAEA-N2 (δ<sup>15</sup>N<sub>Air</sub> = 20,3 ‰) und IAEA-NO-3 (δ<sup>15</sup>N<sub>Air</sub> = 4,7 ‰) für Stickstoff als Arbeitsstandards kalibriert. Die Arbeitsstandards wurden zur Kontrolle der Wiederholbarkeit und zur Kalibrierung der Referenzgase Kohlendioxid und Stickstoff (Air Liquide, Düsseldorf/Germany) regelmäßig in jeder Sequenz analysiert.

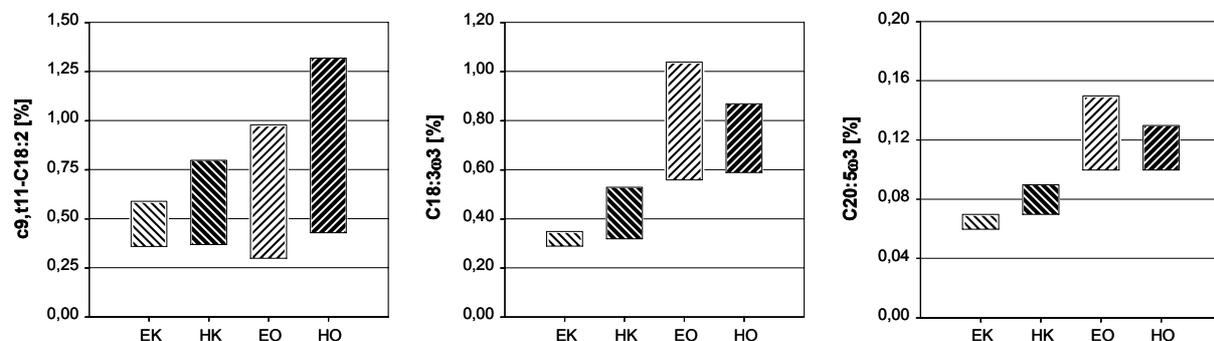
## 3 Ergebnisse und Diskussion

Die Zusammensetzung des Milchfettes wird wesentlich durch das Futter der Kühe bestimmt. So bewirkt ein erhöhter Anteil von Weidefutter charakteristische Veränderungen der Milchfettzusammensetzung. Der besonders hohe Gehalt von über 60% α-Linolensäure (C18:3ω3) in den Lipiden des Weidegrases wird durch die Biohydrierung im Pansen überwiegend in andere Fettsäuren mit 18 C-Atomen umgewandelt und verursacht damit einen Anstieg der Gehalte z. B. von Ölsäure oder C18:1 *trans*-Fettsäuren. Besonders gut ist der Zusammenhang

zwischen Weidefütterung und dem Gehalt an *trans*-C18:1 (Jahreis et al., 1996; Precht und Mol Kentin, 1997a) oder konjugierten Linolsäuren (CLA) (Precht und Mol Kentin, 1997b; Stanton et al., 1997; Kelly et al., 1998; Dhiman et al., 1999) im Milchfett untersucht. Eine Zunahme an *trans*-C18:1 korreliert dabei stark mit einem Anstieg des CLA-Gehalts (Precht und Mol Kentin, 1997b), da ca. 90% der *cis*-9,*trans*-11 CLA des Milchfetts endogen durch die  $\Delta^9$ -Desaturase aus *trans*-11 C18:1 gebildet werden (Kay et al., 2004). Ein erhöhter CLA-Gehalt im Milchfett wurde bereits früher mit einer ökologischen Erzeugung in Zusammenhang gebracht (Jahreis et al., 1996; Kraft et al. 2003). Mit der Weidefütterung geht außerdem eine Zunahme von  $\alpha$ -Linolensäure (C18:3 $\omega$ 3) einher (Precht et al., 1985; Jahreis et al., 1996).

Wegen des wechselnden Futterangebots können also sowohl in der ökologischen, als auch in der konventionellen Milcherzeugung jahreszeitliche Schwankungen der Milchfettzusammensetzung beobachtet werden, wobei diese Variation in konventionellen Betrieben mit ganzjähriger Stallhaltung auch geringer ausfallen kann. Ob die unterschiedliche Haltung insgesamt zu charakteristischen Unterschieden im Fettsäuremuster der Milch aus ökologischer und konventioneller Erzeugung führt, wurde an 35 pasteurisierten Vollmilchproben beiderlei Herkunft untersucht. Die Milch stammte jeweils sowohl aus dem Handel (Sammelmilch), als auch direkt ab Hof von zwei benachbarten Milcherzeugern und berücksichtigte durch die über ein Jahr verteilte Probenahme die jahreszeitliche Variation.

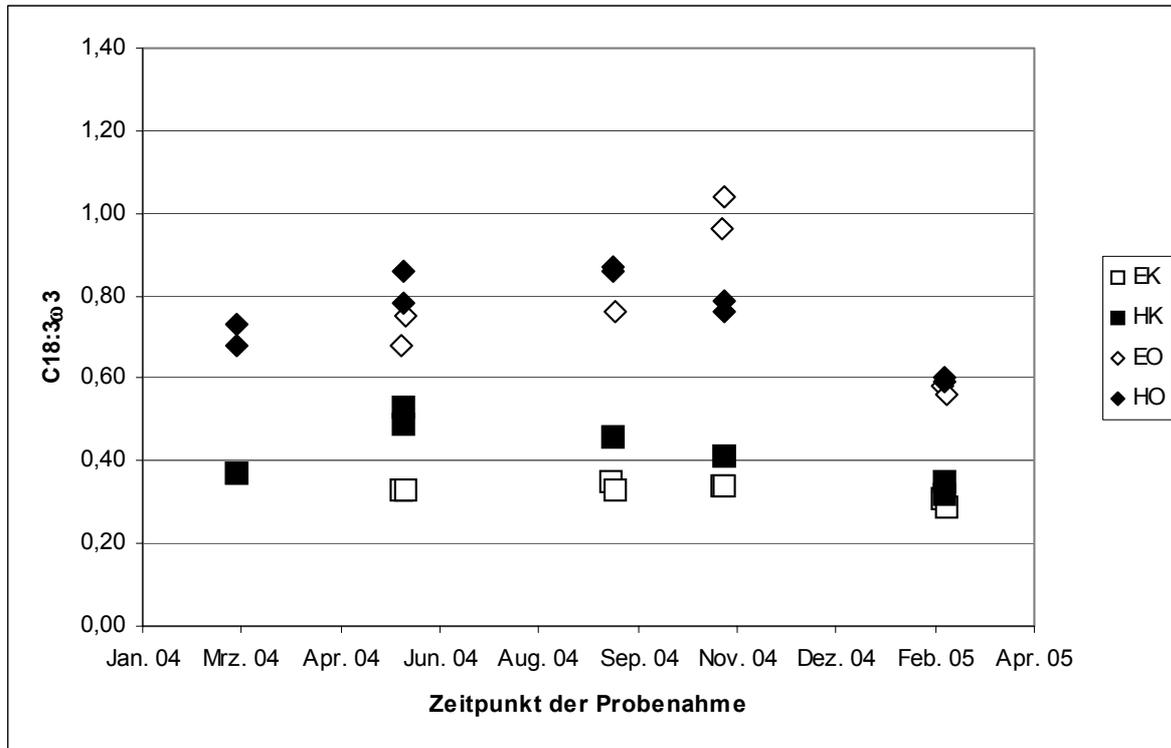
Erwartungsgemäß zeigten sich im Fettsäuremuster jahreszeitliche Schwankungen. So waren die Gehalte der konjugierten Linolsäure *c9,t11*-C18:2 im Frühjahr und Sommer allgemein höher als im Winter. Während die Biomilch im Frühjahr und Sommer außerdem mehr *c9,t11*-C18:2 enthielt als die konventionelle Milch, waren die Gehalte bei beiden Herkünften im Winter etwa gleich. Insgesamt zeigten die Schwankungsbereiche von *c9,t11*-C18:2 für ökologisch und konventionell erzeugte Milch sowohl bei den Einzelbetrieben, als auch bei den Handelsproben eine deutliche Überlappung (Abb.1), die auch bei jahreszeitlicher Auftrennung der Daten nicht vollständig vermieden wurde.



**Abb. 1: Ganzjährige Schwankungsbereiche von Fettsäuren in Milchfett (EK = Erzeuger konventionell, HK = Handel konventionell, EO = Erzeuger ökologisch, HO = Handel ökologisch)**

Eine vollständige Trennung der ganzjährigen Schwankungsbereiche zwischen Milch beider Herkünfte ergab sich dagegen für die  $\omega$ 3-Fettsäuren  $\alpha$ -Linolensäure (C18:3 $\omega$ 3) und Eicosapentaensäure (C20:5 $\omega$ 3) (Abb. 1). Wie aus Abb. 1 ersichtlich, besteht zwischen diesen beiden  $\omega$ 3-Fettsäuren außerdem ein enger Zusammenhang ( $r = 0,93$ ). Die Gehalte von C18:3 $\omega$ 3 und C20:5 $\omega$ 3 waren in Biomilch grundsätzlich höher als in jeder konventionellen Milch. Die aufgrund individueller Fütterung größeren Schwankungsbreiten bzw. extremen Gehalte bei Milch einzelner Erzeuger werden bei Handelsmilch durch die Vermischung von Milch mehrerer Erzeuger in der Meierei teilweise ausgeglichen. Bei den Handelsproben betrug der Abstand zwischen den ganzjährigen Schwankungsbereichen von C18:3 $\omega$ 3 immerhin 0,06 %.

Bei zeitlicher Auflösung der Ergebnisse (Abb. 2) ist zu erkennen, dass die Differenz der C18:3 $\omega$ 3-Gehalte zwischen ökologisch und konventionell erzeugter Milch an den einzelnen Beprobungsterminen jeweils deutlich größer war, als bei Betrachtung der gesamten Variation. Für Handelsmilch wurde hier aufgrund des parallelen jahreszeitlichen Gangs eine relativ konstante Differenz von  $0,34 \pm 0,06$  % (Minimum 0,24 %) zwischen ökologisch und konventionell erzeugter Milch gefunden. Außer im Winter zeigten die Proben der Einzelerzeuger einen etwas anderen zeitlichen Verlauf.



**Abb. 2: Jahreszeitliche Variation des Gehalts an C18:3 $\omega$ 3 in Milchlakt (Legende s. Abb. 1)**

Ein ähnliches Bild ergab sich für die Gehalte an C20:5 $\omega$ 3 (Abb. 3). Bei den Handelsproben betrug die Differenz der ganzjährigen Schwankungsbereiche 0,01 %, während der Unterschied bei zeitlicher Auflösung bei  $0,04 \pm 0,01$  % (Minimum 0,02 %) lag. Im Vergleich zu C18:3 $\omega$ 3 zeigt C20:5 $\omega$ 3 keine bessere Differenzierung, birgt aufgrund der geringen Gehalte aber die Gefahr höherer Messunsicherheit. Der gegenüber konventioneller Milch erhöhte Gehalt an  $\omega$ 3-Fettsäuren in Biomilch ist anhand der Richtlinien für die ökologische Milcherzeugung nachvollziehbar, nach denen neben der Sommerperiode auch die Winterperiode durch einen relativ hohen Weidefutteranteil (Silage) im Grundfutter gekennzeichnet ist.

Ein anderer vielversprechender Ansatz, um Fütterungseinflüsse in der Milch aufzudecken, ist die Analyse stabiler Isotope mit Hilfe der Isotopenverhältnis-Massenspektrometrie (IRMS). In der Natur wird das Isotopenverhältnis organischer Elemente wie z. B. Kohlenstoff oder Stickstoff durch zahlreiche physikalische oder biologische Prozesse beeinflusst und spiegelt daher in gewissem Ausmaß die Herkunft eines Materials wider. So wurde die IRMS in der Vergangenheit bereits erfolgreich zur Authentifizierung von Nahrungsmitteln oder deren Bestandteilen eingesetzt (Rossmann, 2001). Mit Hilfe der Kombination von IRMS und Fettsäureanalytik gelang kürzlich auch eine Unterscheidung von ökologisch und konventionell erzeugten Farmlachs sowie Wildlachs (Molkentin et al., 2006).

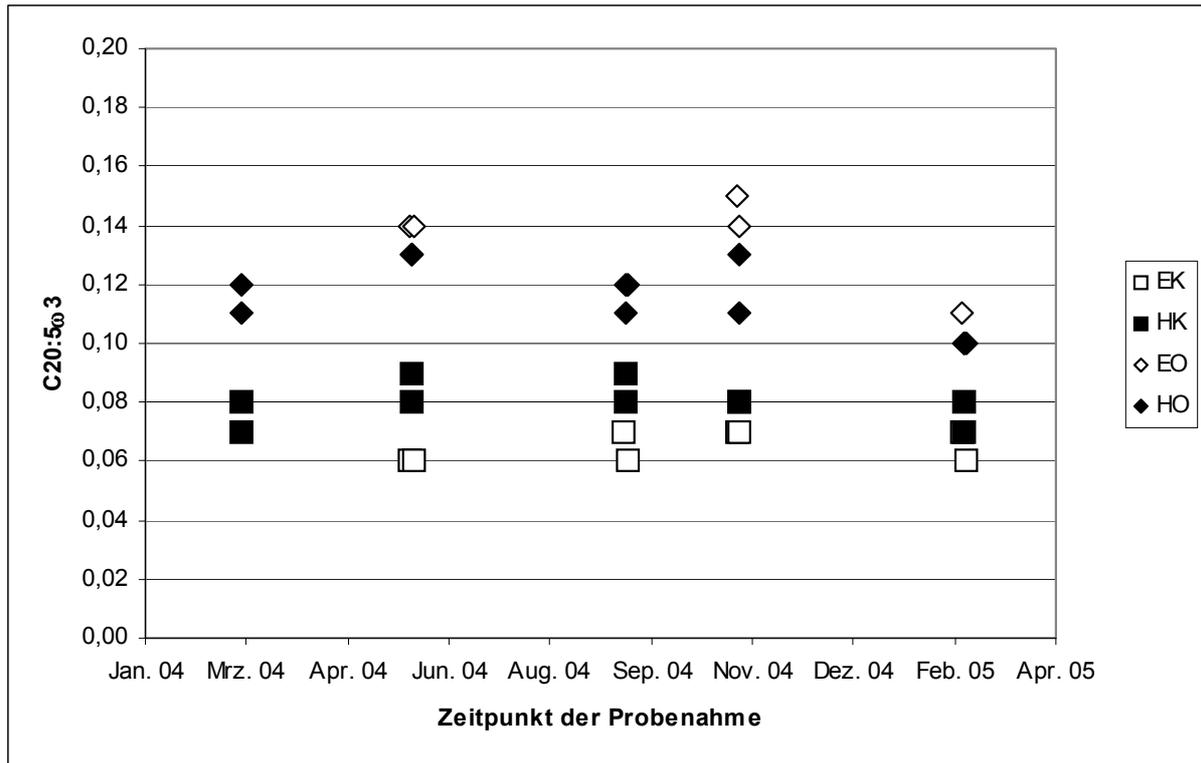
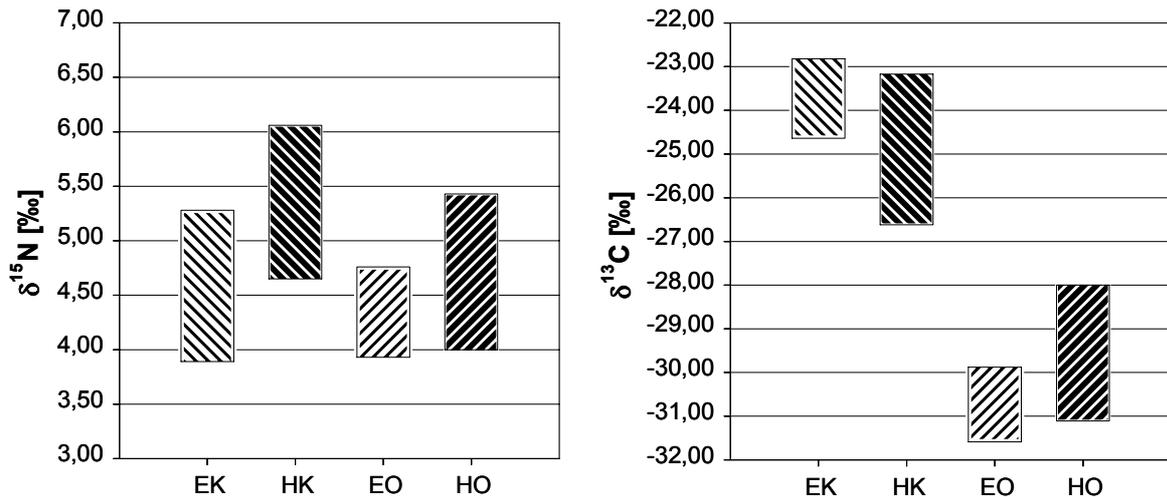


Abb. 3: Jahreszeitliche Variation des Gehalts an C20:5ω3 in Milchfett (Legende s. Abb. 1)

Bei Tieren werden die Isotopenverhältnisse im wesentlichen durch deren Nahrung bestimmt (DeNiro und Epstein, 1978 und 1981), obwohl auch Stoffwechselprozesse eine weitere Anreicherung schwerer Isotope bewirken können (Peterson und Fry, 1987). Externe Einflüsse auf die Kohlenstoffisotope im tierischen Organismus ergeben sich hauptsächlich aus dem Verhältnis von  $C_3$ - zu  $C_4$ -Pflanzen im Futter, da  $C_4$ -Pflanzen wie Mais oder Zuckerrohr aufgrund eines unterschiedlichen Stoffwechsels einen relativ höheren  $^{13}C$ -Gehalt haben (O'Leary, 1981). Weil Weidefutter aus  $C_3$ -Pflanzen besteht, können erhebliche Unterschiede im  $^{13}C/^{12}C$ -Verhältnis (ausgedrückt als  $\delta^{13}C$ ) im Gesamtfutter auftreten. Für Milch wurde bereits gezeigt, dass sie Veränderungen in der Isotopensignatur des Futters kurzfristig widerspiegelt (Metges et al., 1990). Unterschiede, die sich aus der Verfütterung von Grassilage ( $C_3$ ) bzw. Maissilage ( $C_4$ ) ergeben, wurden auch in Rindfleisch festgestellt (Bahar et al., 2005). Außerdem wurde als Obergrenze für ökologisch erzeugtes Rindfleisch bereits ein maximaler  $\delta^{13}C$ -Wert von  $-20\text{‰}$  angegeben, wobei allerdings auch konventionell erzeugtes Rindfleisch gelegentlich niedrigere Werte aufweisen kann (Boner und Förstel, 2004).

Hinsichtlich der Stickstoffisotope erfolgt eine Anreicherung des schwereren  $^{15}N$  im Protein entlang der Nahrungskette (Minagawa und Wada, 1984). Deshalb enthält organischer Dünger wie Mist oder Gülle relativ mehr  $^{15}N$  als mineralischer Kunstdünger, was den  $\delta^{15}N$ -Wert in Pflanzen beeinflussen kann. (Yoneyama et al., 1990). Da die Richtlinien für den ökologischen Landbau den Einsatz von Kunstdünger untersagen, könnte sich der  $\delta^{15}N$ -Wert zwischen ökologisch und konventionell erzeugten Futtermitteln unterscheiden und schließlich zu höheren  $\delta^{15}N$ -Werten in der Biomilch führen.



**Abb. 4: Ganzjährige Schwankungsbereiche stabiler Isotope in Milch (Legende s. Abb. 1)**

Die Analyse der stabilen Stickstoffisotope in der über ein Jahr gesammelten Milch ergab allerdings ein anderes Bild. Die Abb. 4 zeigt die ganzjährigen Schwankungsbereiche der  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte in den Proben ökologischer und konventioneller Herkunft. Sowohl die Milch einzelner Erzeuger, als auch die Handelsproben zeigten eine erhebliche gegenseitige Überlappung, die selbst bei zeitlicher Auflösung der Ergebnisse für die meisten Beprobungstermine bestehen blieb. Insbesondere bei den konventionellen Proben war allerdings eine Abnahme der  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte vom Frühjahr zum Herbst zu verzeichnen. Außerdem ergaben sich vor allem bei den Handelsproben tendenziell höhere  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte für die konventionellen Proben. Entgegen der Erwartung war anhand der  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte daher keinerlei Differenzierung zwischen ökologisch und konventionell erzeugter Milch möglich.

Zur Analyse der Kohlenstoffisotope wurde nur das leicht zugängliche Milchlipo verwendet. Wie oben beschrieben, spiegeln die  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte überwiegend das Verhältnis von  $\text{C}_3$ - zu  $\text{C}_4$ -Pflanzen im Viehfutter wider. Die ebenfalls in Abb. 4 dargestellten ganzjährigen Schwankungsbereiche der  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte wiesen bei den Einzelbetrieben eine erhebliche Differenz von ca. 5,2 ‰ auf. Dabei ist der hohe  $\delta^{13}\text{C}$ -Wert der konventionellen Erzeugermilch durch den ganzjährig hohen Anteil an Maissilage von 60% des Grundfutters zu erklären, während der Biobetrieb geringe bis keine Maisanteile einsetzte. Hier wird die Abhängigkeit der  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte vom verfütterten Maisanteil also besonders deutlich.

Auch bei den weniger extremen Handelsproben erlaubte die ganzjährige Variation der  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte mit einem Minimum von  $-26,6$  ‰ für konventionelle Milch und einem Maximum von  $-28,0$  ‰ für Biomilch eine vollständige Unterscheidung der untersuchten Proben. Die zeitliche Differenzierung der Werte (Abb. 5) zeigte wieder eine jahreszeitliche Variation, und zwar in Form einer allgemeinen Zunahme der  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte vom Frühjahr zum Winter. Auch für die Handelsproben ergab sich daher terminbezogen eine deutlichere Differenz zwischen ökologisch und konventionell erzeugter Milch von  $4,5 \pm 1,0$  ‰ (Minimum 3,2 ‰). Die Ergebnisse spiegeln den anscheinend allgemein erhöhten Einsatz von Mais in der konventionellen Erzeugung wider, während zur Produktion von Biomilch wenig Mais eingesetzt wird.

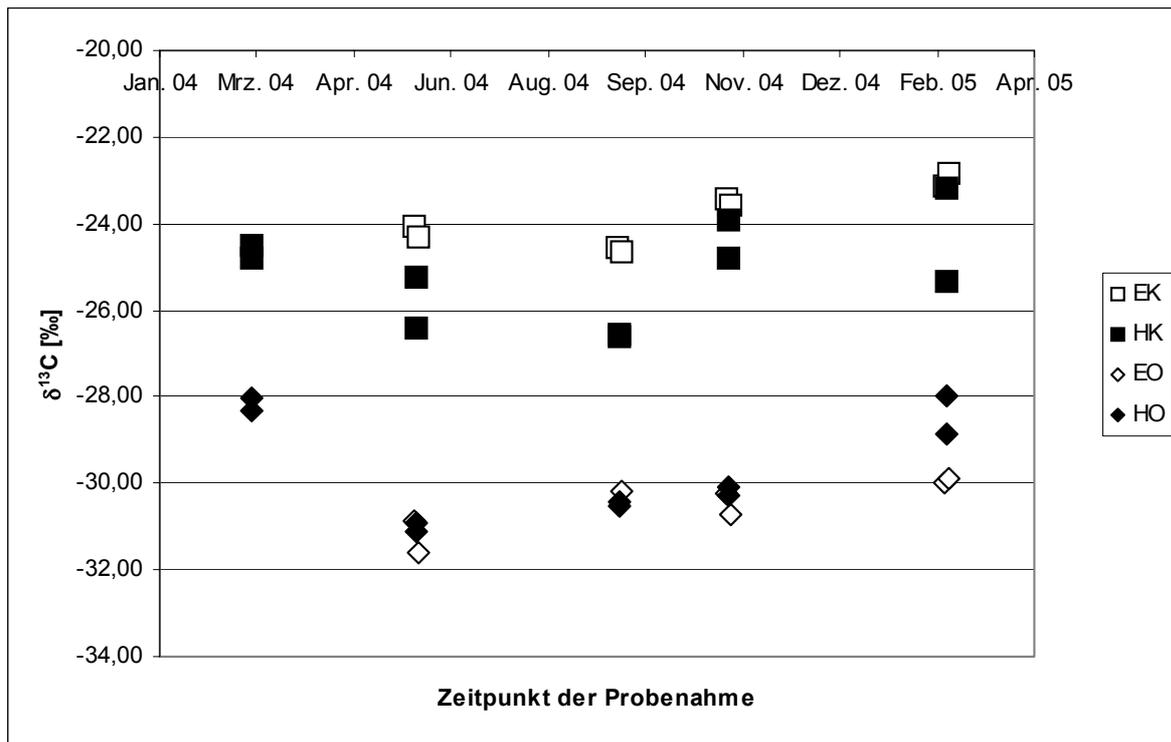


Abb. 5: Jahreszeitliche Variation des  $\delta^{13}\text{C}$ -Wertes in Milchfett (Legende s. Abb. 1)

#### 4 Schlussfolgerungen

Unter Berücksichtigung der jahreszeitlichen Variation wurden mit dem C18:3 $\omega$ 3-Gehalt sowie dem  $\delta^{13}\text{C}$ -Wert des Milchfettes bisher zwei potentiell geeignete Parameter zum Nachweis von Biomilch identifiziert. Aufgrund des Wechselspiels zwischen Gras- und Maisanteil im Futter beider Haltungsformen bestand zwischen diesen Größen eine hohe negative Korrelation ( $r = -0,92$ ), d. h. ein höherer  $\delta^{13}\text{C}$ -Wert bedingte einen kleineren Gehalt an C18:3 $\omega$ 3 und umgekehrt (Abb. 6). Daher genügte bei den bisher untersuchten Proben einer der Parameter zur Differenzierung ökologisch und konventionell erzeugter Milch. Deren generelle Eignung zum Nachweis von Biomilch im Rahmen der Lebensmittelüberwachung muss allerdings anhand einer größeren und repräsentativen Zahl von Proben aus allen Teilen Deutschlands überprüft werden, wobei die Variation in Milch beiderlei Herkunft möglichst vollständig erfasst werden sollte.

Bei erweiterten Schwankungsbereichen bieten die Beschränkung auf Handelsmilch, die Hinzunahme weiterer Parameter sowie die Berücksichtigung des Produktionsdatums noch weiteres Potenzial. Der Einsatz der  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte ist prinzipiell aber auf Milcherzeugergebiete beschränkt, in denen eine Verfütterung von C<sub>4</sub>-Pflanzen – insbesondere von Mais – erfolgt.

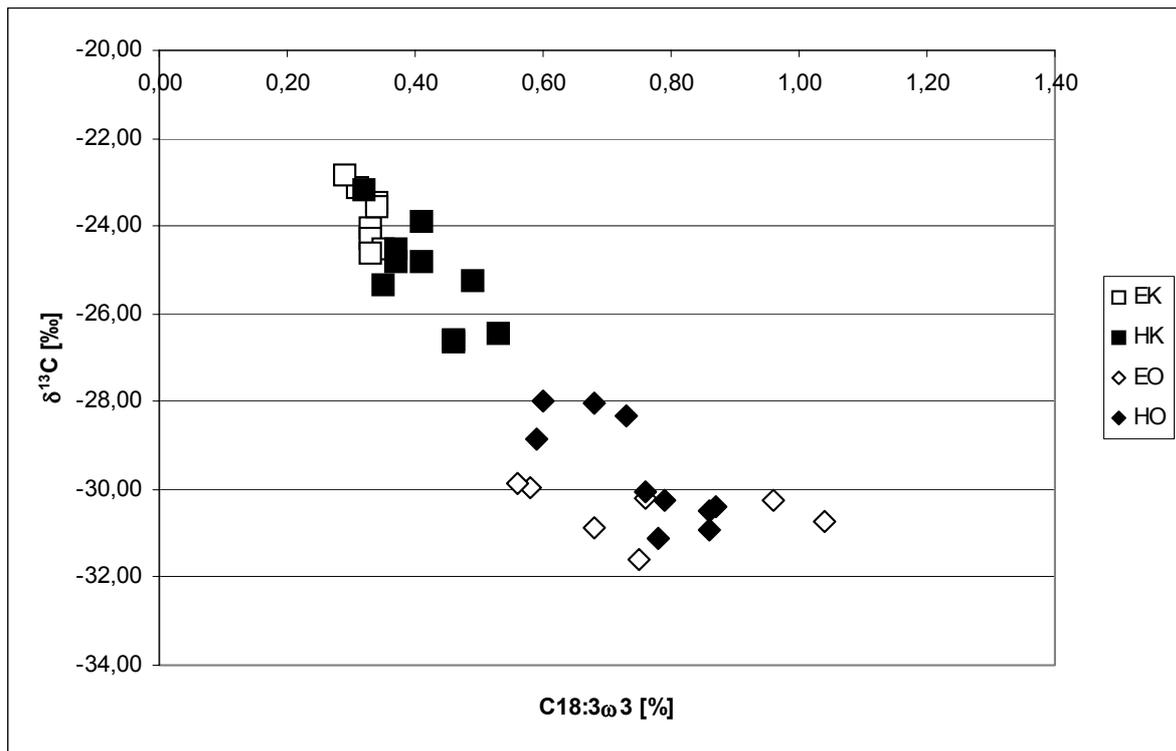


Abb. 6: Korrelation ( $r = -0,92$ ) zwischen  $\delta^{13}\text{C}$ -Wert und C18:3 $\omega$ 3-Gehalt in Milchfett (Legende s. Abb. 1)

## 5 Literatur

- Bahar B, Monahan FJ, Moloney AP, O’Kiely P, Scrimgeour CM, Schmidt O (2005) Alteration of the carbon and nitrogen stable isotope composition of beef by substitution of grass silage with maize silage. *Rapid Comm Mass Spec* 19:1937-1942
- Boner M, Förstel H (2004) Stable isotope variation as a tool to trace the authenticity of beef. *Anal Bioanal Chem* 378:301-310
- DeNiro MJ, Epstein S (1978) Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. *Geochim Cosmochim Acta* 42:495-506
- DeNiro MJ, Epstein S (1981) Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals. *Geochim Cosmochim Acta* 45:341-351
- Dhiman TR, Anand GR, Satter LD, Pariza M (1999) Conjugated linoleic acid content of milk from cows fed different diets. *J Dairy Sci* 82:2146-2156
- IDF (1996) International standard IDF 1D:1996, Milk - Determination of fat content (Röse Gottlieb reference method), Brussels
- Jahreis G, Fritsche J, Steinhart H (1996) Monthly variations of milk composition with special regard to fatty acids depending on season and farm management systems – conventional versus ecological. *Fett/Lipid* 98:356-359
- Kay JK, Mackle TR, Auldish MJ, Thomson NA, Bauman DE (2004) Endogenous synthesis of *cis*-9, *trans*-11 conjugated linoleic acid in dairy cows fed fresh pasture. *J Dairy Sci* 87:369-378
- Kelly ML, Kolver ES, Bauman DE, Van Amburgh ME, Muller LD (1998) Effect of intake of pasture on concentration of conjugated linoleic acid in milk of lactating cows. *J Dairy Sci* 81:1630-1636
- Kraft J, Collomb M, Möckel P, Sieber R, Hahreis G (2003) Differences in CLA isomer distribution of cow’s milk lipids. *Lipids* 38:657-664
- Metges C, Kempe K, Schmidt HL (1990) Dependence of the carbon-isotope contents of breath carbon dioxide, milk, serum and rumen fermentation products on the  $\delta^{13}\text{C}$  value of food in dairy cows. *Brit J Nutr* 63:187-196

- Minagawa M, Wada E (1984) Stepwise enrichment of  $^{15}\text{N}$  along food chains: further evidence and the relation between delta  $^{15}\text{N}$  and animal age. *Geochim Cosmochim Acta* 48:1135-1140
- Molkentin J (2006) Cholesterol content and lipid composition of low fat dairy products. *Eur Food Res Technol* 223: 253-260
- Molkentin J, Meisel H, Lehmann I, Rehbein H (2006) Identification of organically farmed Atlantic salmon by analysis of stable isotopes and fatty acids. *Eur Food Res Technol* – online: DOI 10.1007/s00217-006-0314-0
- O’Leary MH (1981) Carbon isotope fractionation in plants. *Phytochemistry* 20:553-567
- Peterson BJ, Fry B (1987) Stable isotopes in ecosystem studies. *Annual Review Ecological System* 18:293-320
- Precht D, Frede E, Hagemester H, Timmen H (1985) Zur fütterungsbedingten Variation des Milchfettes der Kuh unter besonderer Berücksichtigung von Regulationsmechanismen beim Fettstoffwechsel. *Fette Seifen Anstrichmittel* 87:117-126
- Precht D, Molkentin J (1997a) Effect of feeding on *trans* positional isomers of octadecenoic acid in milk fats. *Milchwissenschaft* 52:564-568
- Precht D, Molkentin J (1997b) Effect of feeding on conjugated *cis*  $\Delta 9$ , *trans*  $\Delta 11$ -octadecadienoic acid and other isomers of linoleic acid in bovine milk fats. *Nahrung - Food* 41:330-335
- Rossmann A (2001) Determination of stable isotope ratios in food analysis. *Food Rev Int* 17:347-381
- Stanton C, Lawless F, Kjellmer G, Harrington D, Devery R, Connolly JF, Murphy J (1997) Dietary influences on bovine milk *cis*-9, *trans*-11-conjugated linoleic acid content. *J Food Sci* 62:1083-1086
- Yoneyama T, Kouno K, Yazaka J (1990) Variation of natural  $^{15}\text{N}$  abundance of crops and soils in Japan with special reference to the effect of soil conditions and fertilizer application. *Soil Sci Plant Nutr* 36:667-675
- ZMP (2006) Umsatzanteil von Bio-Milch wächst – Angebot an Rohware wird knapp. [www.zmp.de](http://www.zmp.de), Bonn

# Marktentwicklungen und die Perspektiven für Erzeuger auf den Märkten für ökologisch erzeugtes Schweinefleisch

RAINER OPPERMANN UND GEROLD RAHMANN

Institut für ökologischen Landbau der FAL, Trenthorst 32, 23847 Westerau, oel@fal.de

## Abstract

### Market development and perspective of organic pork production

In Germany the organic pork market is a niche market and will it be in the near future. Only 0.5% of the total produced pork is organic. Nevertheless, the market will grow significantly. Annual increasing rates of more than 10% are expected. The food discounters have started to sell organic products in the previous years. This will have an enormous impact to the production of pork.

*Keywords: Pork market, organic market*

## Abstrakt

Der deutsche Markt für Bio-Schweinefleisch ist trotz Bio-Boom ein Nischenmarkt und wird dies in den nächsten Jahren auch noch bleiben. Der Anteil von ökologisch erzeugtem Schweinefleisch am gesamten Schweinefleischmarkt liegt nach Expertenschätzungen gegenwärtig bei 0,5%. Für die nächsten Jahre ist zwar mit weiterem Wachstum zu rechnen. Zweistellige Raten erscheinen sogar möglich. Wir hätten es dann aber immer noch mit einem Marktanteil von 1% und deshalb weiterhin mit einem Nischenmarkt zu tun. Der Markt wird jedoch weiter wachsen, weil allein die Dynamik der anderen Bereiche des Biomarktes bzw. die Verbesserung der Vertriebswege und des gesamten Marktauftritts der Branche für mehr Absatz im Fleischbereich sorgen wird. Insbesondere die heute bereits sichtbaren Anstrengungen des LEH und der Discounter, ihre Bioangebote zu komplettieren, werden für Nachfragezuwächse sorgen.

*Schlüsselwörter: Schweinefleisch, Biomärkte*

## 1 Einleitung

Mein Thema lautet: Entwicklung der Märkte für ökologisch erzeugtes Schweinefleisch. Dazu will ich mich mit der bisherigen Marktentwicklung bei Bio-Schweinen, mehr aber noch mit allgemeinen Tendenzen der Biomärkte beschäftigen, weil diese allgemeinen Entwicklungen auch auf den Teilmarkt für Bio-Schweine durchschlagen. Im Anschluss daran will ich einen Blick in die Zukunft versuchen. Dies soll keine Prognose sein. Worum es mir geht, ist eine Einschätzung von Potentialen in Relation zu den Strukturen, die der Markt aufweist. Dazu gehört auch ein Blick auf Probleme, welche die Akteure noch zu lösen haben.

Eine sehr allgemeine Einschätzung will ich an den Beginn meiner Ausführungen stellen. Der Markt für Bio-Schweinefleisch ist aktuell ein Nischenmarkt (vgl. Weissmann 2005) und wird dies in den nächsten Jahren auch noch bleiben. Der Anteil von ökologisch erzeugtem Schweinefleisch am gesamten Schweinefleischmarkt liegt nach Expertenschätzungen (vgl. ebenda) gegenwärtig bei 0,5%. Die erzeugte Menge lag, wenn man die Ausgangssituation für 2004 nimmt und die Wachstumsraten von 2005 dazu nimmt, vermutlich bei gut 15 000 t. Die derzeit gründlichste Studie zur Entwicklung der Märkte für ökologische Fleischprodukte, die jedoch mit Marktdaten aus dem Jahr 2003 arbeitet, spricht bei Bio-Schweinefleisch von einem Marktanteil, der „weniger als 0,5%“ beträgt (Beukert and Simons 2006, S. 15).

Für die nächsten Jahre ist zwar mit weiterem Wachstum zu rechnen. Zweistellige Raten erscheinen sogar möglich. Wir hätten es dann aber immer noch mit einem Marktanteil von 1% und deshalb weiterhin mit einem Nischenmarkt zu tun.

Nischenmärkte können große Schwankungen aufweisen, weil sie durch relativ geringfügige Zunahmen oder Abnahmen des Angebots aus dem Gleichgewicht gebracht werden können. Aus der Perspektive des Ökolandbaus sind Überangebotssituationen besonders problematisch, weil mit ihnen die gesamte Umstellungsbewegung ins Stocken geraten kann. Wer als ökologischer Betrieb anerkannt werden will, muss bekanntlich eine Umstellungsphase hinter sich bringen, in der er höhere Kosten aber geringere Einnahmen hat und in der häufig neue Vermarktungsstrukturen aufzubauen sind. Die Umstellung ist prinzipiell mit Risiken behaftet. In Nischenmärkten ist die Unsicherheit über die weitere Perspektive jedoch deutlich größer. Die ökologische Schweinhaltung hat diese Situation in den letzten Jahren am eigenen Leib erfahren. Wenn wir über die Perspektiven der ökologischen Schweinflischerzeugung reden, ist dieser Unsicherheitsfaktor deshalb immer mitzudenken.

## 2 Die Dynamik der Biomärkte

Weil man den Teilmarkt nicht vom Gesamtmarkt für Bioprodukte trennen kann, soll zunächst ein kurzer Blick auf die allgemeine Entwicklung der Biomärkten geworfen werden. Die Märkte für ökologische Produkte haben sich in den letzten Jahren kräftig entwickelt. Für das Jahr 2005 sprechen wir von einem Marktvolumen von 3,9 Mrd. Euro (vgl. ÖKOMARKT Forum 30/2006, S. 14). Das Wachstum lag 2005 bei rund 11%. Der heute erreichte Marktanteil wird mit knapp 3% des Lebensmittelmarktes angegeben (vgl. ebenda, S. 15). In diesen Zahlen ist der Außer-Haus-Verzehr (Gastronomie, Kantinen, Krankenhäuser etc.) nicht berücksichtigt. Als Faustformel dazu lässt sich festhalten, dass ökologische Nahrungsmittel im Außer-Haus-Bereich weniger stark vertreten sind.

Geht man zeitlich zurück und nimmt man sich die Zeitspanne zwischen 2000 bis 2005 vor, dann ist der Markt seit 2000 in jedem Jahr gewachsen. Aber es gibt Jahre mit einem kräftigen Wachstum, mittlere Jahre und auch ein Jahr mit einem Wachstum nahe an einer Stagnation (vgl. ZMP 2006, S. 11). Dennoch hat sich der Markt in den 6 Jahren zwischen 2000 bis 2005 in etwa verdoppelt. Man muss diese Zahl vor dem Hintergrund eines insgesamt stagnierenden Lebensmittelmarktes sehen. Erst dann wird deutlich, wie kräftig Bio in dieser Zeit gewachsen ist.

Erste Daten für 2006 zeigen eine weitere Aufwärtsentwicklung. Es wird nicht ausgeschlossen, dass der Absatz im Jahr 2006 noch stärker wächst als im Jahr 2005. Für die erste Hälfte von 2006 schätzt die ZMP den Ökomarkt sogar als Anbietermarkt ein. Der Absatz wächst deutlich, während es bei der Versorgung zu Engpässen kommt. Die Versorgungsknappheiten spiegeln sich auch in der Entwicklung der Erzeugerpreise wieder. Sie steigen laut ZMP derzeit „auf breiter Front langsam (an)“ (ÖKOMARKT Forum 30/2006, S. 15).

In diesem Zusammenhang ist zu fragen, ob die Entwicklung in Deutschland ein Sonderfall ist. Die Antwort darauf lautet: Nein. Mit Blick auf die heute erreichten Marktanteile liegt Deutschland zwar klar im vorderen Viertel, denn die Marktanteile sind nur in Österreich, in der Schweiz, in Dänemark und in Schweden höher (Marktanteile zwischen 3 und 4%). Doch ist das Wachstumstempo in einigen Staaten noch höher – insbesondere in den USA.<sup>1</sup> In anderen großen Industrie- und

---

<sup>1</sup> Nach Angaben der OTA (Organic Trade Association) wurden in den USA im Jahr 1990 rund 1 Mrd. USD im Gesamtmarkt für ökologische Lebensmittel umgesetzt. Für das Jahr 2004 werden 12,2 Mrd. USD angegeben (geschätzt) und für das Jahr 2005 wird ein Umsatz von rund 15 Mrd. USD erwartet. Nach diesen Zahlen hätte sich der Markt zwischen 2000 und 2005 im Umfang glatt verdoppelt – also ähnlich wie in der Bundesrepublik. In den USA werden die Märkte für organic und natural products oft addiert und man spricht vom Natural-Organic-Market, oft sogar nur von natural products, wobei nur der Organic-Market dem Biomarkt im

Dienstleistungsgesellschaften (Frankreich, GB, Italien) liegen die Marktanteile heute zwischen 1% und 2% bei ähnlichen Wachstumsraten wie in Deutschland. Einzig Japan ist die große Ausnahme. Hier sind die Ökomärkte bislang klitzeklein geblieben, ohne dass diese Entwicklung bisher hinreichend erklärt werden konnte. Es wäre natürlich interessant, diesen Sonderfall genauer zu betrachten, weil man dabei vermutlich auf kulturelle Unterschiede als einen wichtigen Grund für die japanische Entwicklung stoßen würde, und man damit auch einen Zugang zu der Frage hätte, welche kulturellen Faktoren Westeuropäer und Nordamerikaner „ökofreundlicher“ stimmen.

Welche Produkte werden am meisten nachgefragt? Für Deutschland lautet die Antwort: Die Renner sind Obst und Gemüse mit Marktanteilen über 5% (vgl. ZMP 2006). Bioeier liegen ebenfalls überdurchschnittlich gut. Hier hat es besonders in den letzten zwei Jahren eine besonders starke Entwicklung gegeben.<sup>2</sup> Getreide und Milch liegen im Mittelfeld. Doch bei Backwaren hält Biobrot einen Marktanteil von rund 10% (vgl. ebenda, S. 189) Fleisch kommt generell am Schluss (vgl. ZMP 2006).

Auch hier lohnt ein Blick ins westeuropäische Ausland, weil sich dadurch zeigt, dass solche Produktpräferenzen viel mit den Faktoren Esskultur, politische Förderung des Ökolandbaus und Marktkonkurrenz zu tun haben. So lässt sich die Entwicklung in der Schweiz nicht ohne das starke Engagement der beiden LEH-Ketten Coop und Migros erklären, und die Entwicklung in Dänemark hängt mit einer nationalen Strategie zusammen, die Milchbauern zu stärken.

Generell kann man sagen, dass es in nahezu allen entwickelten Industrie- und Dienstleistungsgesellschaften einen positiven Grundtrend für ökologische Nahrungsmittel gibt. Die konkrete Gestalt dieses Trends hat jedoch viel mit den jeweiligen nationalen Verhältnissen zu tun. Dabei spielen Politik und Kultur eine zentrale Rolle.

### **3 Die Entwicklung der Vertriebslinien**

Doch wie werden ökologische Nahrungsmittel verkauft? An den Zahlen, welche die ZMP jüngst vorgelegt hat, ist auffällig, dass es in den letzten Jahren deutliche Verschiebungen in der Bedeutung der Vertriebswege gegeben hat.

Für das Jahr 2005 zeigt sich, dass der konventionelle LEH mittlerweile in punkto Umsatz die bei weitem dominierende Vertriebsform geworden ist. Der Anteil diese Schiene liegt bei 41%. Etwas dahinter folgt an zweiter Stelle die Gruppe der Naturkostfachgeschäfte mit 25%. Da die Reformhäuser in Deutschland kein grundsätzlich andere Verkaufstyp sind, kann man diese beiden Vertriebslinien zusammenziehen und kommt dann auf einen Gesamtanteil von 31% (vgl. ÖKOMARKT Forum 30/2006, S. 15)

Die Erzeugervermarktung (einschließlich Lieferdienste) folgt mit 14% erst auf Platz 3, gefolgt vom Handwerk (Bäcker, Schlachter etc.) mit 6% auf Platz 4. Auf 8% werden die sogenannten „Sonstigen“ eingeschätzt. Dies sind hauptsächlich Drogeriemärkte (vgl. ebenda).

---

europäischen Sinne entspricht. Dennoch ist es aufschlussreich auch die Gesamtzahl für den Natural-Organic-Market zu kennen. Im Jahr 2004 wurden auf diesem Gesamtmarkt Waren im Wert von 45,8 Mrd. USD umgesetzt. Das ist ein Umsatz der knapp viermal so hoch liegt wie der Umsatz mit Bioprodukten.

<sup>2</sup> Laut ZMP gehören Bio-Eier zu den Bio-Produkten, die im letzten Jahr ein besonders hohes Wachstum erreicht haben (vgl. ÖKOMARKT Forum 41/2005, S. 6). So ergibt sich für September 2005 gegenüber September 2004 ein Plus von 30%. Für den hohen Zuwachs wird zuletzt der Einstieg von Aldi-Süd in diesen Markt verantwortlich gemacht. Im August 2004 lag der Marktanteil von Bio-Eiern bei 3,2% und im August 2005 bei 4,6%. (vgl. ebenda). Die ersten Zahlen für das erste Halbjahr von 2006 geben für geprintete Bio-Eier einen Anteil von 5,8% an (vgl. ÖKOMARKT Forum 31/2006, S. 14).

Vergleicht man diese Anteile mit den Zahlen für 1997, haben wir beim LEH einen Anteilszuwachs von 28% auf 41%, beim Handwerk von 5% auf 6% und bei den Sonstigen von 7% auf 8% (vgl. ebenda). Bei der Direktvermarktung der Erzeuger haben wir einen klaren Rückgang von 19% auf 14%, bei den Reformhäusern von 10% auf 6% und bei den Naturkostfachgeschäften von 31% auf 25% (vgl. ebenda).

Der LEH ist also der klare Gewinner und die Naturkostgeschäfte, die Erzeugervermarktung sowie die Reformhäuser sind die deutlichsten Verlierer. Dabei ist auch die Entwicklung der absoluten Umsatzzahlen wichtig, welche die ZMP für die Jahre 2000 bis 2004 angibt (vgl. ZMP 2006, S. 13). Aufschlussreich ist dabei, dass die Umsätze der Erzeugervermarktung seit 2002 kaum noch zunehmen und 2004 bei 560 Mio. Euro liegen. Der Absatzkuchen, der hier zu verteilen ist, wird als kaum noch größer, obwohl der Gesamtmarkt kräftig wächst. Auch beim Handwerk ist die Tendenz ähnlich. Für 2004 wird ein Umsatz von 240 Mio. Euro angegeben. Im Jahr 2002 waren es auch schon 220 Mio. Euro (vgl. ebenda). Bei den Reformhäusern hat sich der absolute Umsatz von 2002 bis 2004 überhaupt nicht verändert, während der Anteil der Naturkostgeschäfte zwar zurückgegangen ist, die Absolutzahlen jedoch ständig angewachsen sind.

Mit Blick auf die Zukunft bedeutet dies, dass Erzeuger die direkt vermarkten oder sich des Handwerks bedienen, sich in einen Markt bewegen, der kaum noch wächst. Dies war in den Jahren zwischen 1997 und 2000 noch deutlich anders (vgl. ZMP 2004, S. 14).

#### **4 Wer kauft Bioprodukte?**

Es hat in den letzten Jahren nicht an Versuchen gefehlt, den typischen Bio-Käufer zu identifizieren. Sehr weit ist man mit diesen Versuchen nicht gekommen.

Am klarsten sehen wir bei den Kaufhäufigkeiten. Hier ergibt sich folgendes Bild. Als Intensivkäufer gilt gemeinhin, wer Ökoprodukte ein- bis mehrmals die Woche einkauft. Laut ZMP ist nur jeder zehnte Haushalt zu den Intensivkäufern zu zählen. (vgl. Michels u.a. ebenda, S. 14 f.) Diese Daten besagen auch, dass mehr als ein Drittel (38%) des Gesamtumsatzes auf diese Intensivkäufer entfällt (vgl. ebenda, S. 15).

Diese Zahlen verweisen zunächst darauf, dass Angaben der Verbraucher in Umfragen, die auf ihre Ökopräferenzen abstellen, oft stark übertrieben sind. Im Rahmen des Ökobarometers haben z.B. jeweils zwischen 2% und 3% der Verbraucher angegeben, dass sie nur Bio einkaufen. Wäre dem so, dann gäbe es auf Basis der Zahlen zum Gesamtumsatz außerhalb dieser Gruppe praktisch keine weiteren Kunden mehr.<sup>3</sup>

Realistisch ist eher, dass mit den Intensivkäufern Kundengruppen erfasst werden, die deutlich mehr einkaufen als es die Durchschnittszahlen besagen, dass diese Gruppe jedoch noch klein ist. Michels u.a. sprechen von einem Ausgabenanteil für Bio von im Schnitt 35% der Gesamtausgaben für Lebensmittel bei Intensivkäufern (vgl. ebenda). Beukert und Simons errechnen auf Basis dieser Zahlen, dass bei den Biokäufern ein Anteil der Bioausgaben an den

---

<sup>3</sup> Die Befragung wurde in vier Wellen zwischen November 2002 und März 2004 durchgeführt. Es wurde ein repräsentativer Querschnitt der Konsumenten in Deutschland befragt. Die zugrundeliegende Frage lautete: „Es gibt in Deutschland ein wachsende Zahl von Landwirten und Lebensmittelherstellern, die nach den Richtlinien des Öko-Landbaus produzieren und Kunden die Bio-Lebensmittel kaufen. Haben sie Interesse am Kauf solcher Bio-Lebensmittel? (vgl. ebenda). Die verschiedenen Ausgaben des EMNID-Ökobarometers sind im Netz unter [www.oekolandbau.de/index.cfm/000A85985FCD13329E7E6666COA87836](http://www.oekolandbau.de/index.cfm/000A85985FCD13329E7E6666COA87836) zu finden (Recherche vom 3.10.2005)

Gesamtausgaben für Lebensmittel von durchschnittlich 7% vorliegt (Beukert/Simons 2006, S. 14).<sup>4</sup>

Dies heißt: Nimmt man als gegeben an, dass die Gruppe der Nichtkäufer, die rund ein Drittel ausmacht, sich in den nächsten Jahren nicht verändert, dann hat man im Bereich der Intensivkäufer eine zahlenmäßig kleine, aber sehr kaufaktive Gruppe vor sich. Bei dieser Gruppe kann man davon sprechen, dass Ökoprodukte eine starke Säule ihrer Ernährung bilden. Von einer Abkehr von konventionellen Produkten und damit von einem ökologisch geprägten Ernährungsstil kann man aber auch hier noch nicht sprechen.

Demgegenüber stehen die unregelmäßigen, die Nicht-Intensivkäufer. Bezieht man den genannten Durchschnittswert von 7% auf diese Gruppe, dann landet man natürlich bei einem geringen Ökokonsum von wenigen Prozent. Bei dieser Gruppe muss man also davon sprechen, dass Ökokonsum im Einkaufskorb noch eine Randerscheinung ist.

Auch andere soziodemographische Analysen führen nicht sehr viel weiter. Die Altersaufteilung zeigt einen Schwerpunkt in den mittleren Alterklassen (vgl. ebenda, S. 19). Dass Frauen die Mehrheit der Personen stellen, die Bioprodukte kaufen, ergibt sich aus der Tatsache, dass sie für den Lebensmitteleinkauf generell als zuständig gelten (vgl. ebenda, S. 21). Man kann auch nicht sagen, dass es einen Zusammenhang zwischen Einkaufsverhalten und Haushaltsgröße gibt (vgl. ebenda). Die Umfragezahlen verweisen auf eine Zunahme des Ökokonsums bei den gebildeten Schichten (vgl. ebenda), während der Zusammenhang zwischen Ökokonsum und Einkommen noch strittig ist (vgl. ebenda, S. 22). Demgegenüber kann man davon ausgehen, dass Bioprodukte in den Städten insgesamt stärker gekauft werden als in ländlichen Räumen (vgl. ebenda).

Fasst man diese Ergebnisse zusammen, dann bleibt das Bild noch sehr diffus. Für zielgruppenorientierte Marketingmaßnahmen ergibt sich daraus noch keine Grundlage.

## **5 Welche Motive haben Verbraucher beim Einkaufen von Lebensmitteln?**

Verbraucher geben bei der Frage, was für sie beim Einkauf von Lebensmitteln sehr wichtig ist, eine Vielzahl von Qualitätskriterien an. Es entsteht der Eindruck, dass Qualitätsprodukte beste Chancen haben. Auf der anderen Seite belegt die reale Entwicklung auf den Lebensmittelmärkten nahe, dass der Preis der Produkte eine entscheidende Rolle spielt. Insofern sind Daten aus Verbraucherbefragungen mit Vorsicht zu genießen. Dies gilt auch die Daten einer tns-emnid Umfrage aus den Jahren 2003 und 2004. Sie führte in vier Wellen zu folgenden Ergebnissen (vgl. [www.oekolandbau.de](http://www.oekolandbau.de)).

Für sehr wichtig beim Einkauf von Lebensmitteln hielten:

- (Produkte aus) artgerechter Tierhaltung zwischen 58% und 53%
- ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis zwischen 57% und 51%
- guten Geschmack zwischen 57% und 50%
- Frische und Reife zwischen 55% und 50%
- Gesundheitsaspekt (Produkte mit positiven Auswirkungen auf die Gesundheit) zwischen 54% und 49%

---

<sup>4</sup> Eine Auswertung von 500 000 Einkaufsbons von Biokunden der BioVista-Läden (vgl. BIOHANDEL August 2005, S. 21) ergab, dass knapp 50% der ausgewerteten Bons, das sind 20% des Umsatzes, einen Wert von 7 Euro und weniger aufweisen. Intensivkäufer mit einem Bonwert von mehr als 20 Euro machen hingegen nur 12% der Bons und 30% des Umsatzes aus. Auf die Mittelgruppe zwischen 7 und 20 Euro entfallen 40% der Kunden und rund 50% des Umsatzes (ebenda). Der durchschnittliche Bonwert liegt bei BioVista bei 14,50 Euro. Das Unternehmen geht davon aus, dass diese Werte mit den Umsatzzahlen konventioneller Verbrauchermärkte mit Flächen zwischen 800 und 1500 Quadratmetern vergleichbar sind (ebenda).

Deutlich dahinter landeten dagegen:

- Niedriger Preis zwischen 27% und 22%
- Regionale Herkunft zwischen 25% und 21%
- Beratung beim Einkauf zwischen 21% und 18%
- Einkaufserlebnis/Atmosphäre zwischen 16% und 12%

Für den Konsum von Bio-Nahrungsmitteln ergeben sich aus diesen Zahlen jedoch zwei wichtige Hinweise. Zum einen macht sich die Qualitätserwartung an vielen Dimensionen fest. Es gibt kein dominierendes Kriterium, das sich als archimedischer Punkt für das Aufrollen von Märkten eignen würde. Zweitens gibt es in dem genannten Katalog von Qualitätskriterien mit artgerechter Tierhaltung und dem Gesundheitsaspekt zwei Kriterien, die der ökologische Landbau zur Profilierung besonders gut nutzen kann.

In der tns-emind Untersuchung wurde auch nach Aspekten gefragt, die am stärksten zum Kauf von Bio-Produkten animieren. Dabei zeigte sich, dass der Sicherheitsaspekt, der Gesundheitsaspekt und die Natürlichkeit der Produkte besonders hohe Werte bekommen. Auch artgerechte Tierhaltung und guter Geschmack sind wichtig, während Frische Regionalität und auch der Beitrag zum Umweltschutz dagegen abfallen.

Auch hier kommt die Pluralität der Motive und Qualitätserwartungen gut zum Ausdruck. Man kann die Motive zu drei Gruppen zusammenfassen:

1. Ökologisch erzeugte Lebensmittel sollen Bedürfnisse und Lebensstilkonzepte ansprechen, die auf Gesundheit, Wellness und Natürlichkeit abstellen.
2. Der Konsum ökologischer Lebensmittel wird als probates Mittel eingestuft, sich vor ökologischen Belastungen und Risiken zu schützen und ethischen Ansprüchen wie dem Tierschutz Geltung zu verschaffen.
3. Ökologische Produkte besitzen eine starke Affinität zu „gehobenen“ Ansprüchen an Genuss und Esskultur und befriedigen das Bedürfnis sich durch Konsum sozial zu unterscheiden

Demgegenüber ist die Affinität zu Zielen wie der Stabilisierung oder der Wiedergewinnung regionaler und persönlich geprägter Austauschbeziehungen zwischen Konsumenten und Konsumenten schwach ausgeprägt. Und auch das politisch-aktivistische Motiv über den Kauf von Ökolebensmitteln unmittelbar politisch zu wirken, spielt keine große Rolle.

Interessant ist in diesem Zusammenhang auch das von A. Spiller erhobene Polaritätenprofil bei Konsumenten aus Kassel, Göttingen und Wolfsburg. Es ist allerdings im Rahmen einer Untersuchung zum Außer-Haus-Verzehr entstanden. Es zeigt, dass die Imagestärken der Bio-Produkte bei den Faktoren Gesundheit, Tierfreundlichkeit und Geschmack liegen, während die Schwächen beim Preis und bei der Aufwendigkeit des Umgangs und des Verzehrs liegen (Spiller 2004, zit. nach: Beukert und Simons, S. 29).

## **5 Das Verhältnis zwischen Qualität und Preis**

Dieses Ergebnis leitet gut zum Thema Preise über. Die ökologische Landwirtschaft hat bekanntlich eine längere Geschichte. Doch sie ist erst in den achtziger und neunziger Jahren auf breitere Füße gestellt worden. Sie hat sich in diesem Rahmen von der Ideologisierung ihrer Ziele und Konzepte befreit. Der Preis des Abschieds von einem Konzept, das Produzenten und Konsumenten politisch oder weltanschaulich miteinander verbunden hat, war jedoch ein deutlicher Fall der Erzeugerpreise, weil die Verbraucher keine Überzeugungen mehr bezahlt haben, sondern Qualitätsansprüche an Nahrungsmittel.

Seit dieser Zeit gibt es eine intensive Diskussion darüber, welche Bedeutung der Preis in der Entscheidung der Verbraucher hat und wie sich ein Preis/Leistungsverhältnis finden lässt, dass die Erzeuger befriedigt und den Markt dennoch wachsen lässt.

Dabei zeigen einschlägige Untersuchungen zwei Eckpunkte. Zum einen zeigt sich, dass das Marktwachstum abgetötet wird, wenn die Aufpreise gegenüber konventionellen Produkten zu hoch sind. Untersuchungen zeigen, dass Preisauflagen, die über 30% Aufpreis gegenüber konventionellen Vergleichsprodukten hinausgehen, die Märkte sehr stark verengen und das Wachstum schließlich sogar abtöten. Verbraucher, die Ökoprodukte kaufen, sind also durchaus preissensitiv. Dies zeigt sich auch daran, dass Vertriebsketten, die im Schnitt mit günstigeren Preisen aufwarten, heute die höchsten Zuwächse haben (LEH, Bio-Supermärkte und auch Discounter)

Auf der anderen Seite ist das Preisargument bei weitem nicht so dominant, wie es derzeit in der konventionellen Lebensmittelwirtschaft ist. Im Gegenteil: die Ökokonsumenten haben, wie bereits gezeigt, ihre spezifischen Qualitätsansprüche und sie kaufen ökologisch ein, weil sie die bessere, ökologische Qualität wollen. Dies gilt im übrigen auch für die Gelegenheitskäufer, die nicht unüberlegt zum ökologischen Produkt greifen, sondern sich in bestimmten besonderen Situationen für das besondere Produkte entscheiden, das dann auch einen höheren Preis, aber noch nicht bereit sind, dies häufig zu tun.

## **6 Die Marktentwicklung bei Bio-Schweinefleisch**

Wie sieht es nun auf den Märkten für Bio-Schweinefleisch aus. Noch bis 1999 lag die jährliche Öko-Schweinefleischerzeugung unter der Marke von 10 000 t (vgl. ZMP 2003, S. 177). In den Jahren 2000, 2001 und 2002 legte die Produktion zwar etwas kräftiger zu und erreichte im Jahr 2002 eine Menge von 15 400 t Bio-Schweinefleisch. Bis zum Jahr 2004 ging die Produktion jedoch wieder auf 14 000 t zurück (vgl. ZMP 2006, S. 223).

Der Markt für ökologisches Schweinefleisch ist nicht nur klein. Er hat in den letzten Jahren auch größere Schwankungen nach unten erlebt. Die Entwicklung der Produktionsmengen und der Nachfrage zeigt nicht das aus anderen ökologischen Produktionsbereichen gewohnte Bild einer - von begrenzten Wachstumspausen unterbrochenen – alles in allem jedoch kräftiger Aufwärtsbewegung. Wir haben es mit einem Bereich zu tun, wo auch der Rückwärtsgang eingelegt werden musste, was sich im Besonderen auf die Erzeugerpreise negativ ausgewirkt hat.

So ging die Nachfrage im Jahr 2000 und noch stärker im Jahr 2001 steil nach oben (von 2000 auf 2001 sogar um satte 50%), so dass 2001 von „deutlichen Angebotsengpässen“ die Rede war (ZMP 2004, S. 215). Doch schon Ende 2002 knickte die Nachfrage wieder ein, und es herrschte ein deutliches Überangebot. Die folgenden beiden Jahre sahen hauptsächlich ein starkes Überangebot und nur für kurze Zeiträume einen relativ ausgeglichen Markt (vgl. ebenda, S. 216). Die Preise gingen in diesem Zeitraum generell nach unten. Erst ab Ende 2004 lässt sich wieder eine Veränderung des Basistrends feststellen.

Eine von R. Löser (die Ökoberater) durchgeführte Untersuchung gibt an, dass die Mäster die Erzeugung 2005 wieder auf 135 000 Mastschweine gesteigert haben. Nach dieser Quelle kann man für 2006 mit einer Gesamtzahl ökologisch erzeugter Mastschweine in Höhe von 170 000 rechnen (ebenda). Allerdings lag die Zahl der Mastschweine 2001 schon einmal bei 156 000 (vgl. ZMP 2003, S. 182).

In naher Zukunft sind jedoch Steigerungen der Nachfrage zu erwarten, weil mittlerweile auch der klassische LEH Bio-Schweinefleisch ordert – allerdings noch in begrenzten Mengen. Die Edeka hat sich besonders stark im Fleischbereich engagiert. Der Discounter Plus, der zur Tengelmann-Gruppe gehört, hat erst jüngst Bio-Wurst in sein Angebot aufgenommen - was

allgemein als Signal für andere Akteure im LEH aufgefasst wird (vgl. ZMP 2006, S. 217). Bio-Schweinefleisch und aus Schweinefleisch gemachte Bio-Wurst werden jedoch auf absehbare Zeit Randsegmente im LEH bleiben. Dies gilt auch, wenn auch auf einem höheren Ausgangsniveau, für die Angebotspalette des Naturkostfachhandels.

Einzelne Beispiele wie der Fall tegut zeigen, dass dies nicht unbedingt so sein muss. Allerdings hat dies viel mit den persönlichen Überzeugungen der Unternehmensführung zu tun, die geholfen hat, Durststrecken zu überwinden

Mit dem Eintritt von Bio-Schweinefleisch in den konventionellen LEH verändern sich jedoch die Ansprüche an die Fleischqualität. Der konventionelle Handel nimmt nur Partien mit einem hohen Magerfleischanteil ab, und er verlangt große Partien mit einheitlicher Qualität (vgl. ÖKOMARKT Forum 18/2006, S. 2). Auf Mäster und Ferkelerzeuger kommt deshalb nicht nur die Aufgabe zu, die entsprechenden Fleischqualitäten zu produzieren, sondern auch die Aufgabe, die Vermarktungs- und Logistikstrukturen den spezifischen Ansprüchen des LEH anzupassen.

Ein weiteres Problem ist das Preisniveau. Beukert und Simons dokumentieren, dass der Abstand der Verbraucherpreise zwischen ökologisch und konventionell erzeugter Ware beim Schwein (Kotelett, Braten, Schnitzel) leicht mehr oder leicht weniger als 100% ist (vgl. Beukert/Simons 2006, S. 11).

Die Lebensmittelzeitung präsentiert eine Übersicht von Preis für 2005, welche die Direktvermarktung ausklammert und bei Fleisch zu einem durchschnittlichen Aufpreis von 50% kommt (vgl. LZ 21/2006, S. 20).

## **7 Welche Optionen haben die Erzeuger und welche Probleme sind zu lösen?**

Wenn man die beschriebenen Strukturen und Erfahrungen auf die Entwicklungsmöglichkeiten in den nächsten Jahren bezieht, dann wird die ökologische Schweinefleischerzeugung, wie am Beginn des Vortrags bereits formuliert, noch eine Reihe von Jahren auf Nischeniveau bleiben. Der Markt wird jedoch weiter wachsen, weil allein die Dynamik der anderen Bereiche des Biomarktes bzw. die Verbesserung der Vertriebswege und des gesamten Marktauftritts der Branche für mehr Absatz im Fleischbereich sorgen wird. Insbesondere die heute bereits sichtbaren Anstrengungen des LEH und der Discounter, ihre Bioangebote zu komplettieren, wird für Nachfragezuwächse sorgen.

Auf der anderen Seite dürfte es für die Erzeuger nicht ausreichen, im Biostrom einfach nur mitzuschwimmen. Die Akteure müssen sich Klarheit darüber verschaffen, welchen Entwicklungsweg sie gehen.

Am wichtigsten ist, dass man in der ökologischen Landwirtschaft die richtigen Schlussfolgerungen daraus zieht, dass sich die Vertriebsformen stark gewandelt haben und dass die Verbraucher bei der Wahl der Produkte einerseits preissensitiv sind, aber auf der anderen Seite Qualitätserwartungen hegen, die auf mehreren Ebenen angesiedelt sind.

Es ist gezeigt worden, dass Vertriebsformen, die auf den direkten Zugang zum Verbraucher oder sich des Fleischerhandwerks bedienen schwächeln und dass sich die Vertriebschwerpunkte in Richtung Discounter, konventionelle Super- und Verbrauchermärkte, Drogerieketten und Bio-Supermärkte verschieben. Daraus folgt, dass die Masse der Erzeuger sich auf diesen Schienen bewegen muss. Dazu sind jedoch einige Veränderungen auf der Erzeugerseite unerlässlich. Weil der Preis in diesen Vertriebsbereichen eine größere Rolle spielt, gewinnen Kostensenkungsstrategien für die Betriebe an Bedeutung. Die Spezialisierung dürfte deshalb zunehmen und generell wird die betriebliche Ökonomie an Bedeutung gewinnen. Weil es sich auf der

Weiterverarbeitungsstufe und auf der Handelsstufe um Großabnehmer handelt, müssen große Partien einheitlicher Qualität geliefert werden, was - abgesehen von wenigen landwirtschaftlichen Großbetrieben - nur über Erzeugerzusammenschlüsse erreicht werden kann. Der eingeforderte, hohe Magerfleischanteil stellt das Produktionssystem vor einige Schwierigkeiten, worauf Herr Weißmann noch eingehen wird. Weil viele Kunden wenig Zeit auf die Zubereitung von Speisen verwenden wollen, spielen Convenience-Produkte am Markt eine wachsende Rolle und dies hat auch Folgen für die Angebote der Erzeuger. Weil bei diesen Marktbeziehungen überdies das Element des persönlichen Vertrauens zurücktritt, die Kunden aber vor Risiken geschützt sein wollen, müssen zentrale, technisch gestützte und doch durchschaubare Qualitätssicherungs- und Kontrollsysteme aufgebaut werden. Weil solche Anstrengungen über die gesamte Wertschöpfungskette zu unternehmen sind, kommt es dabei sehr auf Synergien und Abstimmungen zwischen den Akteuren an. Der einzelne Erzeuger muss sich in das Wertschöpfungssystem „einordnen“, und immer wenn es um Einordnung geht, spielt auch die Frage, ob das soziale und berufliche Selbstverständnis dies zulässt eine wesentliche Rolle.

Die Alternative zu diesem Weg ist die Produktion und Vermarktung von hochpreisigen Qualitätsprodukten über die Vertriebslinien der Direktvermarktung, der Fleischereien und des Naturkostladens, der noch direkt beim Erzeuger einkauft. Dieser Markt ist eng und für neue Anbieter ist es schwer hineinzukommen. Diese Option trägt zudem nur, wenn die Erzeuger Zusatznutzen bieten, der entweder in der besonderen Qualität der Produkte, in der besonderen Qualität der Dienstleistung oder in der besonderen Qualität der Austauschbeziehung zwischen Erzeuger und Verbraucher liegen kann. Doch Vorsicht: Dies ist leichter gesagt als getan, und diese Optionen sind mit finanziellen Zusatzkosten und einer sehr engagierten Berufsauffassung verbunden. Jeder Direktvermarkter weiß z.B., dass Kundenvertrauen zwar sehr stark an die Person gebunden ist und er deshalb nicht so leicht austauschbar ist, dass in den Vertrauensbeziehung jedoch immer eine Menge Arbeit und viel an persönlicher Energie investiert werden muss.

Wer nun sagt: das kennen wir doch alles schon aus der konventionellen Lebensmittelwirtschaft, hat im Grundsatz natürlich Recht. Die Ökomärkte folgen den Trends der gesamten Lebensmittelwirtschaft, allerdings auf der Basis der ökologischen Produktionsform.

Ein zweiter Gesichtspunkt mit Blick auf die Zukunft betrifft das Image und die Qualität der Produkte. Bei aller Unterschiedlichkeit der Kaufmotive leben die Bio-Märkte davon, dass ökologischer Landbau und ökologische Nahrungsmittelwirtschaft, die Themen Ökologie und artgerechte Tierhaltung weiterhin als ihre ureigenen Anliegen besetzen. Die Verbraucher erwarten in diesem Punkt eine Vorreiterrolle, und für Fleischproduzenten ist die artgerechte Tierhaltung dabei besonders wichtig. Nun zeigen Untersuchungen zum Stand der Tiergesundheit (Sundrum u.a. 2005), dass es in diesem Punkt erhebliche Defizite gibt. Die Erzeuger müssen an diesen Problemen deshalb einerseits arbeiten und für Verbesserungen sorgen. Sie müssen ihre Anstrengungen jedoch auch am Markt kommunizieren.

Qualitätskommunikation kennt die Branche. Eine Qualitätskommunikation, die Defizite beim Namen nennt ohne dabei das Qualitätsimage kaputt zu machen und den eigenen Vorreiteranspruch aufzugeben, gibt es jedoch noch nicht. An diesen Fragen muss die Erzeugung in Zukunft arbeiten, aber sie muss es in Kooperation mit der Weiterverarbeitung und dem Handel tun.

## **8 Literatur**

Beukert, C/Simons, J. (2006): Der Markt für ökologisch erzeugte Fleischprodukte: Wachstumsimpulse durch den Aufbau einer effizienten und konsumentenorientierten Wertschöpfungskette, Bonn (Schriftenreihe des Lehr und Forschungsschwerpunkts USL Nr. 135, Landwirtschaftliche Fakultät der Universität Bonn

- Hamm, U./Wild, S. (2005): Produkt und Preisdifferenzen im Öko-Lebensmittelhandel, in: landinfo 4/2005 (Landwirtschaftlicher Hochschultag 8. Juni 2005 Hohenheim), S. 46-50
- Korbun, Th. u.a. (2004): Was kostet ein Schnitzel wirklich? Ökologisch-ökonomischer Vergleich der konventionellen und der ökologischen Produktion von Schweinefleisch in Deutschland, Berlin (Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (Hg.) Schriftenreihe des IÖW)
- Michels, P. u.a. (2004): Strukturen der Nachfrage nach ökologischen Nahrungsmitteln in Deutschland. Bonn (Materialien zur Marktberichterstattung Bd. 53)
- Oltersdorf, U. (2003): Entwicklungstendenzen bei Nahrungsmittelnachfrage und ihre Folgen, Karlsruhe (Berichte der Bundesforschungsanstalt für Ernährung – BFE)
- Rippin, M. (2006): DE: Bio-Markt mit starken Zuwächsen, in: ÖKOMARKT Forum 6/2006, S. 2-3
- Sundrum, A. u.a. (2005): Statusbericht zum Stand des Wissens über die Tiergesundheit in der Ökologischen Tierhaltung – Schlussfolgerung und Handlungsoptionen für die Agrarpolitik, Witzenhausen (Projektbericht Projekt 03 OE 672, Bundesprogramm Ökologischer Landbau)
- Weissmann, F. (Hg.) (2005): 4. Internationale Tagung Ökologische Schweinehaltung – Nische oder Wegweiser?: Gemeinsame Tagung von Bioland e.V., Die Ökoberater, Naturland e.V., Institut für ökologischen Landbau der FAL; 31. Januar und 1. Februar in Peterberg bei München; Tagungsband (CD-ROM).
- ZMP (Hrsg.) (2003): Ökomarkt Jahrbuch 2003. Verkaufspreis im ökologischen Landbau, Bonn (Materialien zur Marktberichterstattung Bd. 44)
- ZMP (Hrsg.) (2004): Ökomarkt Jahrbuch 2004. Verkaufspreise im ökologischen Landbau, Bonn (Materialien zur Marktberichterstattung Bd. 51)
- ZMP (Hrsg.) (2006): Ökomarkt Jahrbuch 2006. Verkaufspreise im ökologischen Landbau, Bonn (Materialien zur Marktberichterstattung Bd. 60)

# Auswirkungen der EU-Osterweiterung auf den Ökolandbau in Ost und West: erste Ergebnisse

KATRIN ZANDER UND HILTRUD NIEBERG

Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Institut für Betriebswirtschaft, Bundesallee 50,  
38116 Braunschweig, katrin.zander@fal.de

## Abstrakt

Der ökologische Landbau in den neuen Mitgliedsländern der EU hat in den letzten Jahren eine sehr dynamische Entwicklung erfahren. Durch die verstärkte Förderung hat sich die Wirtschaftlichkeit des ökologischen Landbaus nach dem Beitritt zur EU deutlich erhöht. Westeuropäische Erzeuger fürchten die zunehmende Konkurrenz. Mittelfristig werden die östlichen Ökolandwirte ihre Kostenvorteile nur nutzen können, wenn sie Produktivitätsfortschritte erzielen. Auf der Absatzseite sind deutliche Investitionen in die Infrastruktur und in eine effektive Ökoverarbeitung und -Vermarktung erforderlich. Eine steigende inländische Nachfrage in Folge wirtschaftlicher Entwicklung kann den Exportdruck zusätzlich reduzieren, so dass mit einer „Schwemme“ mittel- und osteuropäischer Produkte auf westlichen Märkten zumindest kurzfristig nicht zu rechnen ist.

*Schlüsselwörter: EU-Osterweiterung, Wirtschaftlichkeit, Struktur des Ökolandbaus*

## 1 Einleitung

Der ökologische Landbau in den neuen Mitgliedsländern der EU hat in den letzten Jahren eine sehr dynamische Entwicklung erfahren. Die ökologisch bewirtschaftete Fläche in Bulgarien, Estland, Lettland, Litauen, Polen, Rumänien, der Slowakei, Slowenien, Tschechien und Ungarn zusammen belief sich im Jahr 2004/2005 auf etwa 800 000 ha (Ekoconnect, 2006) und entsprach damit weitgehend der gesamten ökologisch bewirtschafteten Fläche in Deutschland. Derzeit zeichnet sich ein weiterhin rasantes Wachstum in der Fläche ab. Die Gründe hierfür sind vor allem die Aussicht auf verbesserten Marktzugang nach dem Beitritt sowie die verstärkte Förderung des ökologischen Landbaus.

Auf Seiten der westeuropäischen Landwirte sind mit dieser Entwicklung viele Befürchtungen vor allem bezüglich sinkender Produktpreise verbunden. Die tatsächlichen Auswirkungen des Flächenwachstums in den neuen Mitgliedsländern auf die Märkte in westeuropäischen Ländern hängen vor allem von folgenden Bestimmungsgrößen ab: den relativen Produktionskosten, der Produktqualität und den Verarbeitungs-, Vermarktungs- und Exportmöglichkeiten sowie der Entwicklung der Nachfrage auf einheimischen Märkten.

Ziel dieses Beitrags ist es, die Entwicklung des ökologischen Landbaus in den neuen Mitgliedsländern kurz zu beschreiben und darauf aufbauend die Auswirkungen dieser Entwicklungen auf westeuropäische Märkte abzuschätzen.

Der Beitrag beginnt mit der Darstellung der wirtschaftlichen Situation ökologischer Betriebe in ausgewählten neuen Mitgliedsländern vor und nach dem Beitritt und der Bedeutung der Prämienzahlungen. Es folgt eine Beschreibung der Produktionsstrukturen und ein kurzer Überblick über die Situation auf den Märkten in diesen Ländern.

## 2 Wirtschaftlichkeit des ökologischen Landbaus

Zur Darstellung der wirtschaftlichen Situation ökologischer Betriebe in den neuen Mitgliedsländern wurde das Konzept „typischer Betriebe“ verwendet. Dabei wird eine kleine Anzahl ökologischer Betriebe ausgewählt, die einen möglichst großen Anteil ökologischer Betriebe

ihrer Region/ihres Landes repräsentieren. Die Datenerhebung erfolgt auf realen Betrieben, die in ihrer Struktur den typischen Betrieben möglichst ähnlich sind. Mögliche betriebspezifische Besonderheiten werden durch Einbeziehung von Experten wie Beratern eliminiert.<sup>1</sup>

Die Ergebnisse der Modellrechnungen typischer Betriebe zeigen, dass bereits vor dem Beitritt in 2003 im ökologischen Landbau überwiegend positive Gewinne erzielt wurden (Tab. 1 und 2). Als Erfolgsindikator wurde der Gewinn plus Löhne für Fremd-Arbeitskräfte verwendet, da diese Größe auch einen Vergleich mit Betrieben mit Lohnarbeitsverfassung erlaubt. Wie den Tabellen entnommen werden kann, variiert die Entlohnung der eingesetzten Arbeitskräfte stark zwischen Ländern und Betrieben.

**Tabelle 1: Einkommen je Arbeitskraft (AKE) in typischen ökologischen Ackerbaubetrieben in ausgewählten neuen Mitgliedsländern der EU**

		2003	2005	2013
	ha (2003)	EUR / AKE	Zuwachs in ... % verglichen mit 2003	
<b>Tschechische Republik</b>				
großer Betrieb	200	8 476	+ 164	+ 386
<b>Estland</b>				
großer Betrieb	89	2 891	+ 58	+ 224
<b>Ungarn</b>				
kleiner Betrieb	9	2 136	+ 25	+ 50
mittlerer Betrieb	374	9 433	+ 53	+ 95
<b>Polen</b>				
kleiner Betrieb	17	2 553	+ 29	+ 42
großer Betrieb	100	6 557	+ 51	+ 57
<b>Slowenien</b>				
kleiner Betrieb	13	4 867	+ 33	+ 152

Quelle: Nieberg et al. (2006)

Der scheinbare Zusammenhang zwischen Arbeitseinkommen und Betriebsgröße in typischen Ackerbaubetrieben ist auf den gewählten Indikator zurückzuführen. Die kleineren Betriebe in Ungarn und in Polen sind intensive Obst und Gemüse anbauende Betriebe mit einem insgesamt hohen Arbeitskräftebesatz, vor allem von Saisonarbeitern. Der Gewinn plus Lohnkosten bezogen auf alle Arbeitskräfte unterschätzt bei diesem Betriebstyp die Entlohnung der familieneigenen Arbeit.

<sup>1</sup> Der methodische Ansatz ist ausführlich in Nieberg et al. (2005) und (2006) beschrieben.

**Tabelle 2: Einkommen je Arbeitskraft (AKE) in typischen ökologischen Futterbaubetrieben in ausgewählten neuen Mitgliedsländern der EU**

		2003		2005	2013
		ha LF (2003)	EUR / AKE	Zuwachs in ... % verglichen mit 2003	
<b>Tschechische Republik</b>					
Milchviehbetrieb	klein	64	1 324	+ 303	+ 330
Mutterkuhbetrieb	klein	100	2 867	+ 221	+ 335
Mutterkuhbetrieb	mittel	140	27 491	+ 62	+ 76
Mutterkuhbetrieb	groß	551	17 813	+ 181	+ 280
<b>Estland</b>					
Milchviehbetrieb	groß	230	2 519	+ 58	+ 137
<b>Ungarn</b>					
Milchviehbetrieb	mittel	374	12 980	+ 67	+ 239
Milchviehbetrieb	groß	1850	10 167	+ 48	+ 140
<b>Polen</b>					
Milchviehbetrieb	klein	17	2 400	+ 35	+ 48
Milchviehbetrieb	mittel	18	4 490	+ 34	+ 32
<b>Slovenien</b>					
Milchviehbetrieb	klein	13	2 280	+ 27	+ 40
Mutterkuhbetrieb	klein	9	956	+ 174	- 3

Quelle: Nieberg et al. (2006)

Die Einkommenssituation für typische ökologische Betriebe in den neuen Mitgliedsländern hat sich bzw. wird sich durch den Beitritt zur EU deutlich verbessern. Typische tschechische und estnische Betriebe sowie ungarische Milchviehbetriebe werden nach diesen Berechnungen am meisten profitieren.

Durch die Veränderung der wirtschaftlichen Situation der Betriebe können sich Wettbewerbsvorteile in Richtung Osten verschieben, da ein Teil der Produktionskosten über die Prämien bereits abgedeckt und die Produkte günstiger auf den Markt gebracht werden können.

### 3 Der Einfluss der Prämienzahlungen auf die Wirtschaftlichkeit

Die Verbesserung der Gewinnsituation ist fast ausschließlich auf höhere Prämien sowohl aus der ersten wie auch der zweiten Säule der GAP zurückzuführen. Zwischen 2005 und 2013 wurden in den Berechnungen die Agrarumweltzahlungen konstant gehalten, da die Verhandlungen über die Ausgestaltung der Programme für den Zeitraum 2007 bis 2013 noch nicht abgeschlossen waren. Der weitere Anstieg der Gewinne in den typischen Betrieben zwischen 2005 und 2013 ist somit ein Ergebnis der sukzessiv steigenden Zahlungen der ersten Säule von 25 % in 2004 auf 100 % des Referenzbetrages der EU in 2013.

Folge dieser Entwicklung ist eine zunehmende Abhängigkeit der Betriebe von der Agrarpolitik. Der Anteil der Fördermittel am Gesamterlös des Betriebes hängt von der jeweiligen Politikumsetzung im Land und vom Betriebstyp ab. In den typischen tschechischen Grünlandbetrieben trugen staatliche Zahlungen bereits im Jahr 2003 mehr als 50 % zum Gesamterlös bei. Den Simulationsrechnungen zufolge kann dieser Anteil auf fast bis zu 90 % im Jahr 2013 steigen. In den meisten anderen typischen Betrieben der Untersuchungsländer wird der Anteil aller Prämien am Gesamterlös bei 25 bis 35 % im Jahr 2013 liegen (Nieberg et al., 2006). Die mittel- und osteuropäischen Ökobetriebe unterliegen damit zum Teil einem erheblichen Politikrisiko.

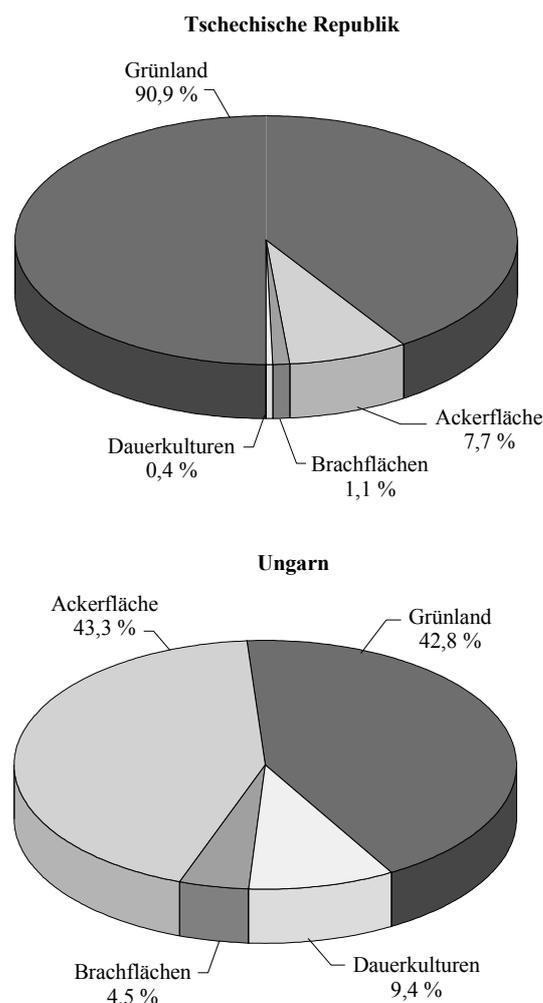
Auch wenn die Ökoprämien deutlich erhöht wurden, ist deren relative Bedeutung nach dem Beitritt mit wenigen Ausnahmen nur leicht gestiegen. Sie trugen in den meisten typischen Betrieben in 2003 mit 5 bis 10 % zum Betriebserlös bei, in typischen Betrieben in Tschechien und in Slowenien war ihr Anteil etwas höher.

Höhere Ökoprämien können zu verstärkter Umstellung führen und damit einen Preis drückenden Angebotsüberhang auslösen. Inwiefern die hohen Umstellungsraten der vergangenen Jahre auch in Zukunft Bestand haben werden, lässt sich aufgrund der vielfältigen gleichzeitig stattfindenden wirtschaftlichen Änderungen in diesen Ländern nicht prognostizieren.

#### 4 Produktionsstruktur und Märkte

Weitere wichtige Aspekte in der Diskussion um die Konkurrenzfähigkeit des ökologischen Landbaus in den neuen Mitgliedsländern sind die Produktionsstruktur einerseits und die bislang nur geringen Möglichkeiten der Verarbeitung und Vermarktung ökologischer Produkte andererseits. In Tschechien, dem Land mit etwa 260 000 ha ökologisch bewirtschafteter Fläche (Reuter, 2005) beträgt der Grünlandanteil 91 % (Abb. 1).

Wie auch in Westeuropa gestaltet sich der Aufbau von Verarbeitungs- und Vermarktungsstrukturen gerade im tierischen Bereich schwierig, so dass ein Großteil der ökologischen Produkte auf konventionellen Märkten ohne Preiszuschlag verkauft werden muss (Pein und Deeken, 2005; Zakowska-Biemans, 2005). In einigen Ländern (z. B. Polen) ist die Ökolandwirtschaft sehr klein strukturiert, teilweise mit nennenswerten Anteilen an Produktion für den Eigenbedarf. Letztendlich geht zur Zeit vor allem aus Ungarn ein gewisser Exportdruck in die alten Mitgliedsländer der EU aus. Von den 130 000 ha ökologisch bewirtschafteter Fläche werden 43 % als Ackerfläche genutzt (Abb. 1). Durch die frühe



**Abbildung 1: Ökoflächennutzung (% der LF) in der Tschechischen Republik und in Ungarn**

Quelle: Hrabalova et al. (2005), eigene Darstellung.

Drittlandsanerkennung exportiert Ungarn schon seit 1996, und in der Zwischenzeit haben sich entsprechende, stark wachsende Vermarktungs- und Verarbeitungsstrukturen etabliert.

Als Ursachen der noch geringen inländischen Nachfrage nach ökologischen Produkten werden die geringe Präsenz der Produkte in den Läden, die hohen Preisaufschläge sowie eine fehlende Information der Verbraucher genannt (Zakowska-Biemans, 2005). Die geringe Verfügbarkeit ökologischer Produkte ist typisch für den jungen, in der Entwicklung befindlichen Öko-Markt. Die Nachfrage gerade nach verarbeiteten Produkten kann durch die einheimische Lebensmittelindustrie nicht gedeckt werden, so dass der Anteil an importierten Bio-Produkten, nicht zuletzt durch vereinfachte Importbedingungen steigt ([http://www.organic-europe.net/country\\_reports/hungary/default.asp](http://www.organic-europe.net/country_reports/hungary/default.asp)).

Die steigende Kaufkraft der Bevölkerung in den mittel- und osteuropäischen Ländern und zunehmender Wissensstand über Öko-Produkte<sup>2</sup> wird in Zukunft stimulierend auf die Entwicklung der einheimischen Märkte wirken.

## 5 Schlussfolgerungen

Das Wettbewerbspotential des ökologischen Landbaus in den Mittel- und Osteuropäischen Ländern ist erheblich. Mit einer „Produktschwemme“ auf westeuropäischen Märkten ist jedoch vorläufig aus folgenden Gründen nicht zu rechnen: a) Ohne die Erhöhung der Produktivität können bei steigenden Produktionskosten die derzeitigen Kostenvorteile mittelfristig nicht genutzt werden. b) Um internationale Märkte bedienen zu können, sind in den osteuropäischen Ländern deutliche Investitionen in Know-How, die Infrastruktur und eine effektive Ökoverarbeitung und -Vermarktung zu tätigen. c) Eine steigende inländische Nachfrage in Folge wirtschaftlicher Entwicklung kann den Exportdruck zusätzlich reduzieren.

Mittelfristig wird die Erweiterung den Druck auf den deutschen Ökolandbau jedoch erhöhen. Dies gilt vor allem bei Rohprodukten mit guter Transporteignung und guter Lagerfähigkeit. Für den ökologischen Landbau in Westeuropa gilt es deshalb Kostensenkungs- und Leistungspotenziale z.B. über horizontale und vertikale Kooperationen auszuschöpfen. Ein klares Qualitätsmanagement mit funktionierenden Rückverfolgbarkeitssystemen und das Ausnutzen der größeren Marktnähe sind weitere Instrumente, um sich am Markt zu behaupten.

## 6 Literatur

- Ekocconnect (2006): Aktuelle Zahlen zum Öko-Landbau in Mittel- und Osteuropa. [http://www.ekocconnect.org/pdf/06-02-27\\_numbers\\_cee.pdf](http://www.ekocconnect.org/pdf/06-02-27_numbers_cee.pdf). Zugriff am 26.7.2006.
- Hrabalova A, Handlova J, Koutna K, Zdrahal I (2005): Final report on the development of organic farming in CEE Accession states with national report cards. Further development of organic farming policy in Europe with particular emphasis on EU enlargement (QLK5-2002-00917). Brno.
- Nieberg H, Offermann F, Zander K, Jägersberg P (2005): Report on the farm level economic impacts of organic farming policy and Agenda 2000 implementation. Further development of organic farming policy in Europe with particular emphasis on EU enlargement. Braunschweig.
- Nieberg H, Offermann F, Thobe P, Zander K (2006): Economic impacts of the CAP reform and EU enlargement on organic farms. Further development of organic farming policy in Europe with particular emphasis on EU enlargement (QLK5-2002-00917). Braunschweig (unveröffentlicht).
- Pein C, Deeken W (2005): Wo Milch und Honig fließen. Ökolandbau in den neuen EU-Mitgliedsstaaten im Nord-Osten. BioNachrichten Nr. 96/2005.

---

<sup>2</sup> In vielen MOEL sind nationale Aktionspläne zur Förderung des ökologischen Landbau aufgelegt worden (Hrabalova et al., 2005), in deren Rahmen bereits gezielte Werbe- und Informationsveranstaltungen für den ökologischen Landbau stattgefunden haben.

Reuter K (2005): Marketing-Chain-Management auf Öko-Märkten in ausgewählten Ländern Mittel- und Osteuropas. Berlin.

Zakowska-Biemans S (2005): Report on organic markets in Central Eastern European EU new member states and accession countries. Further development of organic farming policy in Europe with particular emphasis on EU enlargement (QLK5-2002-00917). Warschau.

# Mögliche Auswirkungen einer weltweiten Zollfreiheit für Ökoprodukte auf die deutschen Ökobetriebe und den deutschen Ökomarkt

HEINZ WENDT

Institut für Marktanalyse und Agrarhandelspolitik, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, 38611 Braunschweig, heinz.wendt@fal.de

## Abstract

### Potential Effects on German Organic Markets Should Organic Products Become Duty Free Worldwide

In discussions on appropriate support measures for an expansion of organic farming, the question has been voiced about possible effects of reducing or eliminating tariffs on organic products.

Special duty status can hardly be seen as a measure to achieve a better allocation of worldwide agricultural production. The effect of such a measure is, among other things, dependent on whether the benefits are counteracted with other non-tariff measures such as production rules and subsidies. Due to a lack of data, the impact of worldwide tariff reductions on individual organic product segments can only be guessed at.

Particularly strong impacts on domestic organic production could be expected on the organic beef market as well as on the conventional beef market. In other areas, such as organic vegetables and potatoes, the impacts would probably be minimal, since these markets are predominantly domestic. Although fruit, grain and dairy products would be given a higher preferential margin, important information is lacking to enable an estimate of the effects of tariff reductions.

*Keywords: tariff reduction, organic market, Germany*

## Abstrakt

In der Diskussion um geeignete Maßnahmen zur Unterstützung einer Ausweitung des ökologischen Landbaus wurde die Frage nach möglichen Auswirkungen der Einführung einer weltweiten Zollfreiheit speziell für Öko-Produkte aufgeworfen.

Ein zollrechtlicher Sonderstatus für Öko-Produkte ist kaum als Beitrag zu einer besseren Allokation der weltweiten Agrarproduktion anzusehen. Die Wirkung einer solchen Maßnahme ist u.a. davon abhängig, dass sie nicht durch andere nichttarifäre Maßnahmen (Richtlinien, Produktionsbeihilfen) konterkariert wird. Aufgrund des verfügbaren Datenmaterials lassen sich die Wirkungen einer weltweiten Zollreduzierung für Öko-Produkte für einzelne Produktbereiche lediglich abschätzen

Besonders ausgeprägte Wirkungen für die inländische Öko-Erzeugung können bei Rindfleisch erwartet werden. Hier wären auch erhebliche Auswirkungen auf den konventionellen Bereich kaum zu vermeiden. In anderen Bereichen wie Öko-Gemüse und Öko-Kartoffeln sind die Auswirkungen dagegen eher gering einzuschätzen, da diese Märkte weitgehend binnenorientiert sind. Bei Obst, Getreide und Milchprodukten wäre zwar eine höhere Präferenzmarge gegeben, aber zur Abschätzung der Auswirkungen einer Zollfreiheit für Öko-Produkte fehlen wichtige Informationen.

*Schlüsselwörter: Zollreduktion, Ökomarkt, Deutschland*

## **1 Einleitung**

In der Diskussion um geeignete Maßnahmen zur Unterstützung einer Ausweitung des ökologischen Landbaus wurde die Frage nach möglichen Auswirkungen der Einführung einer weltweiten Zollfreiheit speziell für Öko-Produkte aufgeworfen. Eine genaue Abschätzung von Auswirkungen der Einführung einer weltweiten Zollfreiheit speziell für Öko-Produkte ist aufgrund sehr mangelhafter Daten und Kenntnisse wesentlicher Einflussgrößen nicht möglich. Die folgenden Ausführungen beschränken sich daher im ersten Teil auf einige Argumente, die in diesem Zusammenhang zu beachten sind. In einem zweiten Abschnitt werden mögliche Wirkungen auf einzelnen Märkten von Öko-Produkten abgeleitet, die sich vor allem durch Nutzung zuvor abgeschätzter Präferenzmargen, die durch Wegfall der Zölle auf Öko-Produkte beim Import in der EU realisiert werden können, unter den jeweiligen Marktgegebenheiten ergeben können. Auswirkungen auf den deutschen Öko-Landbau stehen dabei im Mittelpunkt.

## **2 Vorüberlegungen und Vorgehensweise**

Grundsätzlich führt die genannte Maßnahme zu weiteren Verzerrungen auf den Agrarmärkten, da sie Produkten mit dem Qualitätsmerkmal ‚Öko‘ einen Sonderstatus gegenüber den übrigen Agrarprodukten zubilligt. Eine Gleichbehandlung aller Agrarprodukte würde den Wirkungsmechanismen des Prinzips der komparativen Kostenvorteile mehr Geltung verschaffen.

Inwieweit eine Liberalisierung bei separater Betrachtung im Bereich der Öko-Produkte wirksam ist, hängt u.a. wesentlich davon ab, dass es gelingt,

- international anerkannte allgemein gültige Standards der Öko-Produktion einschließlich Zertifizierung und Kontrolle zu etablieren und damit nichttarifäre Handelshemmnisse in Form unterschiedlicher Öko-Richtlinien zu vermeiden,
- eine nationale Förderung der Öko-Produktion z.B. über Beihilfen zu vereinheitlichen bzw. zu unterbinden.

Eine Sonderbehandlung von Produkten aufgrund von Qualitätsmerkmalen birgt auch die Gefahr des Präzedenzfalles mit sich und weckt Begehrlichkeiten in anderen Bereichen.

Eine Abschätzung von Auswirkungen von Zollreduktionen setzt Kenntnisse von Einflussfaktoren wie

- Ausmaß der Zölle bzw. der Präferenz,
- Produktionskosten in den einzelnen Ländern,
- Umfang der Produktionskapazität,
- Kenntnisse der Angebots- und Nachfragerreaktionen in den einzelnen Ländern bei Öko-Produkten und konventionellen Produkten,
- Außenhandelsdaten

voraus.

Grundsätzlich gilt dabei:

- Auswirkungen der Zollfreiheit für Ökoprodukte auf den deutschen bzw. EU-Ökomarkt sind umso größer, je höher der Zoll war und je geringer die Produktionskosten im Herkunftsland plus Transportkosten (cif-Preis) sind. Angesichts häufig vergleichsweise hoher inländischer Produktionskosten kann in vielen Fällen mit einer Zunahme der Drittlandsimporte und rückläufigen Preisen im Inland gerechnet werden.

- Auswirkungen der Zollfreiheit für Ökoprodukte auf den deutschen bzw. EU-Markt für konventionell erzeugte Produkte sind vor allem dann zu erwarten, wenn die Produktionskosten für Öko-Produkte in Drittländern plus anfallende Transportkosten unter den inländischen Produktionskosten für konventionelle Produkte liegen.
- Deutschland und die EU stellen zwar attraktive Märkte mit einer im weltweiten Vergleich relativ hohen Kaufkraft dar, aber die für die inländische Produktion notwendigen Preisaufschläge für Öko-Produkte liegen oft über dem Niveau, das die Masse der Verbraucher bei subjektiver Abwägung des Preis-Leistungsverhältnisses bereit ist zu akzeptieren. Insbesondere in Deutschland haben die Preise beim Einkauf eine große Bedeutung. Zollfreiheit führt zu niedrigeren Angebotspreisen bei importierten Produkten. Teurer produzierte einheimische Produkte werden dann verdrängt, sofern nicht sehr ausgeprägte Präferenzen für einheimische bzw. regional erzeugte Produkte bestehen bzw. geschaffen werden können. Solche Präferenzen dürften mit zunehmender Zahl der Verbraucher, die Öko-Produkte kaufen, immer schwieriger zu etablieren sein. Gegenüber der jetzigen Situation ist mit einer Verschlechterung der Position des Ökolandbaues in Deutschland zu rechnen.
- Welche Chancen sich für deutsche bzw. europäische Öko-Produkte auf Drittlandsmärkten durch weltweiten Zollabbau ergeben, ist wegen fehlender notwendiger Informationen schwer zu beurteilen. Es ist davon auszugehen, dass die Produktionskosten in der EU und Deutschland im weltweiten Vergleich eher hoch und Exportmöglichkeiten daher eher gering sind. Insoweit sind die Chancen, die zu erwartenden Absatzverluste für einheimische Waren durch Exporte auszugleichen von wenigen Produkten abgesehen eher gering.

Umfassende Informationen zu den genannten Aspekten liegen leider nicht vor und sind, wenn überhaupt, nur mit großem Aufwand zu ermitteln. Die folgenden Anmerkungen konzentrieren sich daher auf ausgewählte Aspekte, die anhand von Einzelinformationen zu dieser Thematik möglich sind.

### **3 Ausmaß der Präferenz**

Das für Agrarprodukte in der EU angewandte Zollsystem beruht überwiegend auf spezifischen Zöllen. Unterliegt eine Ware einem spezifischen Zollsatz, ist nicht ihr Zollwert für die Höhe des zu erhebenden Zolls entscheidend (Wertzoll), sondern die jeweils spezifische Größe wie z.B. die Menge, das Eigengewicht oder die Länge der Ware (<http://www.zoll.de/fachbegriffe>). Im Agrarbereich sind dies meist feste Euro-Beträge für eine festgelegte Bezugsmenge (z.B. 100 Euro pro t). Bei Obst gilt das System der Einfuhrpreise (Entry Price System) meist in Verbindung mit maßvollen Wertzollsätzen. Niedrige Produktionskosten in Drittländern und damit niedrige Angebotspreise frei Grenze kommen dabei weniger zur Geltung, da die Differenz zum Einfuhrpreis abgeschöpft wird (vgl. Ellinger, 2005).

Für die hier anzustellenden Überlegungen werden aber Wertzölle benötigt, um eine Einzelbetrachtung mehrerer tausend Produkte anhand der spezifischen Zollsätze bzw. anderer Zollsysteme zu vermeiden. Eine solche Umrechnung wird im Rahmen der Forschungsaktivitäten des Instituts für Marktanalyse und Agrarhandelspolitik zur modellgestützten Politikfolgenabschätzung im Rahmen des GTAP-Modells genutzt. Darauf wird hier zurückgegriffen, um zumindest grobe Vorstellungen über die Zollpräferenz bei wichtigen Produktgruppen zu erhalten.

Eine genauere Betrachtung muss darüber hinaus beachten, dass

- die EU bei zahlreichen Produkten für festgelegte Kontingente teilweise länderspezifische Präferenzen gewährt und
- die im Rahmen der WTO im GATT gebundenen Zollsätze nicht den tatsächlich angewandten entsprechen, sondern die tatsächlich angewandten Zollsätze unter den gebundenen liegen.

In der Tabelle sind die Zollsätze in ihrer Spannweite für ausgewählte Produktgruppen, die im Öko-Bereich wichtig sind, dargestellt. Diese Angaben geben lediglich eine grobe Vorstellung von der bei Zollfreiheit möglichen Präferenzmarge, da eine Gewichtung entsprechend der Bedeutung einzelner Produkte im Handel und ihren unterschiedlichen Zollsätzen innerhalb der ausgewiesenen Produktgruppen nicht möglich ist.

**Tabelle 1: Wertzollsätze bei ausgewählten Agrarprodukten**

HS-Nr	Bezeichnung	Zollsätze		
		innerhalb Quoten	außerhalb Quoten	andere
		%	%	%
<b>02</b>	<b>Fleisch und genießbare Schlachtnebenerzeugnisse</b>			
02.01	Fleisch von Rindern, frisch oder gekühlt		95 - 179	
	Fleisch hoher Qualität	20		
02.02	Fleisch von Rindern, gefroren		91 - 177	
	Fleisch hoher Qualität	20		
02.03	Fleisch von Schweinen, frisch, gekühlt oder gefroren	7 - 27	13 - 53	
02.04	Fleisch von Schafen oder Ziegen, frisch, gekühlt oder gefroren	0 - 10	39 - 173	
02.07	Fleisch und genießbare Schlachtnebenerzeugnisse von Hausgeflügel der Position 0105, frisch, gekühlt oder gefroren	0 - 75	25 - 97	0 - 48
<b>04</b>	<b>Milch und Milcherzeugnisse; Vogelleier; natürlicher Honig; genießbare Waren tier. Ursprungs anderweitig nicht genannt noch inbegriffen</b>			
04.01	Milch und Rahm, weder eingedickt noch mit Zusatz von Zucker oder anderen Süßmitteln			27 - 179
04.02	Milch und Rahm, eingedickt oder mit Zusatz von Zucker oder anderen Süßmitteln	29	72	44 - 233
04.03	Buttermilch, saure Milch und saurer Rahm, Joghurt, Kefir und andere fermentierte oder gesäuerte Milch (einschließlich Rahm), auch eingedickt oder aromatisiert, auch mit Zusatz von Zucker, anderen Süßmitteln, Früchten, Nüssen oder Kakao			22 - 206
04.04	Molke, auch eingedickt oder mit Zusatz von Zucker oder anderen Süßmitteln; Erzeugnisse, die aus natürlichen Milchbestandteilen bestehen, auch mit Zusatz von Zucker oder anderen Süßmitteln, anderweitig weder genannt noch inbegriffen			12 - 316
04.05	Butter und andere Fettstoffe aus der Milch; Milchstreichfette	48 - 57	106 - 139	9 - 52
04.06	Käse und Quark/Topfen	5 - 45	29 - 93	8
04.09	Natürlicher Honig			17
<b>06</b>	<b>Lebende Pflanzen und Waren des Blumenhandels</b>			<b>0 - 12</b>
<b>07</b>	<b>Gemüse, Pflanzen, Wurzeln und Knollen, die zu Ernährungszwecken verwendet werden</b>			
07.01	Kartoffeln, frisch oder gekühlt			3 - 13
07.02	Tomaten, frisch oder gekühlt			55 - 60
07.03	Speisezwiebeln, Schalotten, Knoblauch, Porree/Lauch und andere Gemüse der Allium-Arten, frisch oder gekühlt			10
07.06	Karotten und Speisemöhren, Speiserüben, Rote Rüben, Schwarzwurzeln, Knollensellerie, Rettiche und ähnliche genießbare Wurzeln, frisch oder gekühlt	7	14	10 - 14
07.10	Gemüse, auch in Wasser oder Dampf gekocht, gefroren			6 - 14
<b>08</b>	<b>Genießbare Früchte und Nüsse; Schalen von Zitrusfrüchten oder von Melonen</b>			
08.08	Äpfel, Birnen und Quitten, frisch	0 - 5	49	51 - 56
08.09	Aprikosen/Marillen, Kirschen, Pfirsiche (einschließlich Brugnolen und Nektarinen), Pflaumen und Schlehen, frisch	4 - 10		12 - 23
08.10	Andere Früchte, frisch			0 - 13
<b>10</b>	<b>Getreide</b>			
10.01	Weizen und Mengkorn	0	87	13
10.02	Roggen			78
10.08 1	Buchweizen			17

Anmerkung: Bei kursiven Angaben handelt es sich um Wertzölle, die anhand spezifischer Zölle errechnet wurden.

Quelle: ERS/USDA.

## 4 Auswirkungen bei ausgewählten Produktbereichen

### 4.1 Getreide

Das Ausmaß der Präferenzmarge im Getreidesektor wäre erheblich (Weizen 13–87 %; Roggen 78 %; Buchweizen 17 %). Profitieren könnten vor allem Herkünfte aus Ozeanien, Süd- und Nordamerika sowie nicht zur EU gehörenden Ländern in Osteuropa, wobei im Fall der Ukraine zwar große Flächen zur Verfügung stehen aber mangelhafte oder zu kostspielige Transportmöglichkeiten Exporte begrenzen. Tendenziell bewirkt Zollfreiheit für Ökogetreide eine weitere Erhöhung des Angebotspotenzials, das mit der Osterweiterung schon deutlich zugenommen hat. Auch wenn insbesondere bei Futtergetreide bislang eine ausgeprägte Präferenz für einheimische Herkünfte verzeichnet werden kann, ist mit einem Überangebot und entsprechendem Rückgang der Erzeugerpreise zu rechnen. Die Osterweiterung verstärkt diese Tendenzen noch.

#### Kartoffeln

Die Präferenzmarge wäre vergleichsweise gering (3 bis 13 %). Der Handel mit Drittländern ist eher gering und erstreckt sich bisher wesentlich auf Frühkartoffeln überwiegend aus Ägypten. Von einer Zollfreiheit sind eher geringe Auswirkungen zu erwarten.

### 4.2 Obst

Die Betrachtung des Sektors Obst bezieht sich nur auf Obst, das auch in Deutschland produziert werden kann. Hier wären die Präferenzmargen bei Wegfall des Entry Price Systems und der Zölle bei einzelnen Produkten unterschiedlich. Beim Hauptprodukt frische Äpfel wäre allein die Zollpräferenzmarge mit etwa 50 % aber recht hoch. Durch die Osterweiterung hat sich hier bereits eine Ausweitung des Angebotspotenzials ergeben. Insbesondere Polen verfügt hier über erhebliche Kostenvorteile (vgl. Ellinger, 2004). Zu den in verschiedenen Drittländern wie Chile, Brasilien und China ebenfalls ermittelten vergleichsweise niedrigen Produktionskosten kommen noch Transportkosten erheblicher Größenordnung hinzu mit zuletzt steigender Tendenz. Dadurch reduziert sich der Wettbewerbsvorteil frei Grenze EU gegenüber inländischen Herkünften erheblich und verschwindet weitgehend. Diese Situation im konventionellen Bereich dürfte auch für frische Öko-Äpfel zutreffend sein, so dass aufgrund niedrigerer Produktionskosten eher geringe Auswirkungen einer Zollfreiheit zu erwarten sind.

Allerdings können sich zum Ende der einheimischen Vermarktungssaison mehr Störungen durch zollfreien Import neuerntiger Öko-Frischware ergeben. Dies umso mehr, je weniger gut es gelingt, die Produktqualität der einheimischen Ware durch sachgerechte Lagerung und Erntezeitpunkte über die Vermarktungsperiode hinweg auf hohem Niveau zu halten.

Für Aussagen zum Bereich Öko-Apfelsaftkonzentrat, das möglicherweise aus China angeboten werden könnte, fehlen notwendige Kenntnisse. Im konventionellen Bereich ist das Apfelsaftkonzentrat chinesischer Herkunft aufgrund seines Säuremusters (zu süß) zur Herstellung von Apfelsaft nur bedingt geeignet und wird mehr im Bereich von Mischgetränken eingesetzt.

### 4.3 Gemüse

Der Markt für Öko-Gemüse ist durch eine große Produktvielfalt mit jeweils spezifischen Marktbedingungen geprägt. Die Präferenzmargen bei Wegfall der Zölle sind je nach Produkt sehr unterschiedlich, meist aber nicht sehr ausgeprägt. Die Marktversorgung erfolgt weit überwiegend durch Herkünfte aus EU-Mitgliedstaaten. Über

Drittlandsimporte bei Öko-Gemüse liegen keine spezifischen Daten vor. Ähnlich wie im konventionellen Bereich dürfte es sich vor allem um Herkünfte aus dem Mittelraum, Ozeanien und Südamerika handeln. Gravierende Auswirkungen auf die inländische Öko-Produktion sind in der Regel kaum zu erwarten und dürften sich auf spezielle Produkte beschränken.

#### 4.4 Milch

Drittlandsimporte von Öko-Milchprodukten sind kaum im Sortiment der Milchfrischprodukte sondern wenn überhaupt bei Butter und Käse zu erwarten. Hier liegen keine ausreichenden Informationen vor, um Auswirkungen einer Zollfreiheit abzuschätzen. Die Präferenzmarge weist angesichts einer sehr breiten Produktpalette eine große Spannweite auf, ist aber meist recht hoch (vgl. Tab. 1). Angesichts vergleichsweise geringer Produktionskosten könnten vor allem Drittlandsimporte aus Ozeanien von Zollfreiheit bei Öko-Produkten profitieren. Für die inländischen Öko-Milcherzeuger würde sich die Marktsituation weiter verschärfen, die derzeit ohnehin durch sehr niedrige Erzeugerpreise für Öko-Rohmilch geprägt ist.

#### 4.5 Rind

Im Rindfleischbereich wird durch Zollpräferenzen für Drittlandsimporte nicht nur die Situation für einheimische Produzenten von Öko-Rindfleisch erheblich schwieriger, sondern es sind auch deutliche Auswirkungen auf den konventionellen Rindfleischmarkt zu erwarten. Derzeit kann Qualitätsrindfleisch im Rahmen von Mengenkontingenten zu einem deutlich ermäßigten Zollsatz vor allem aus Südamerika in die EU importiert werden, u.a. 28 000 t aus Argentinien und 5 000 t aus Brasilien. Über die Kontingente hinaus gehende Mengen werden bei der Einfuhr mit Zöllen in erheblichen Größenordnungen belastet. Der mit dem Handelsvolumen gewichtete durchschnittliche Importzoll der EU-15 gegenüber Brasilien beträgt etwa 113 %, der für Argentinien etwa 30 %. Selbst zu diesen Zollsätzen wurden in den vergangenen Jahren noch erhebliche Mengen Rindfleisch aus Brasilien und Argentinien in die EU importiert (vgl. Tab. 2). Dieses Rindfleisch erfüllt weitgehend die EU-Standards für Öko-Produkte. Im Wesentlichen fallen lediglich die notwendigen Zertifizierungskosten zusätzlich an. Nach Berechnungen von Deblitz et al. (2004) liegen die Produktionskosten für konventionelles Rindfleisch in Deutschland um deutlich mehr als das 2-fache über denjenigen in Argentinien. Die Produktionskosten für Öko-Rindfleisch liegen in Argentinien eher noch knapp unter denen für konventionelles (vgl. Deblitz et al., 2002). Schwankungen der Liefermöglichkeiten der beiden genannten Länder in die EU ergeben sich insbesondere aufgrund von Exportverboten wie in Argentinien, Tierseuchen in den Lieferländern und Wechselkursveränderungen der in US-Dollar gehandelten Ware.

**Tabelle 2: Rindfleischimporte der EU aus Argentinien und Brasilien (2000 bis 2004; t)**

	2000	2001	2002	2003	2004
Argentinien	45 455	8 613	70 748	56 717	69 056
Brasilien	102 784	117 130	126 359	157 548	208 604
Summe	148 239	125 743	197 107	214 265	277 660

Quelle: United Nations Statistics Division: UN Comtrade

Angesichts eines geschätzten Marktvolumens von Öko-Rindfleisch in Deutschland von etwa 55 000 t (Wendt et. al., 2004) sind aufgrund dieser Faktoren schwerwiegende

Beeinträchtigungen der Öko-Rindfleischproduktion in Deutschland zu erwarten, wenn für Öko-Produkte Zollfreiheit eingeführt wird. Sinkende Verbraucherpreise würden die Nachfrage zwar beleben, aber die inländische Produktion würde davon nicht profitieren.

Darüber hinaus bestehen angesichts der genannten Unterschiede in den Produktionskosten auch hohe Anreize, die bisherigen, mehr oder weniger zollbelasteten Importe von Rindfleisch nach Öko-Richtlinien zertifizieren zu lassen, zollfrei als Öko-Rindfleisch in die EU zu importieren, dort dann aber als konventionelles Rindfleisch zu vermarkten, da die Aufnahmefähigkeit des Öko-Rindfleischmarktes begrenzt ist. Dadurch sind auch Verzerrungen auf dem konventionellen Rindfleischmarkt zu erwarten.

#### 4.6 Schwein

Bei Öko-Schweinefleisch sind die Präferenzmargen deutlich geringer (13–53%). Informationen darüber, welche Drittländer von einer Zollfreiheit gegebenenfalls profitieren könnten, liegen im Institut nicht vor. Grundsätzlich liegt das Marktvolumen bei Öko-Schweinefleisch noch deutlich unter dem von Öko-Rindfleisch, nicht zuletzt auch wegen deutlich höherer Preisaufläge im Vergleich zu konventionellem Schweinefleisch.

### 5 Schlussbemerkungen

Ein zollrechtlicher Sonderstatus für Öko-Produkte ist kaum als Beitrag zu einer besseren Allokation der weltweiten Agrarproduktion anzusehen. Die Wirkung einer solchen Maßnahme ist u.a. davon abhängig, dass sie nicht durch andere nichttarifäre Maßnahmen (Richtlinien, Produktionsbeihilfen) konterkariert wird. Aufgrund des verfügbaren Datenmaterials lassen sich die Wirkungen einer weltweiten Zollreduzierung für Öko-Produkte für einzelne Produktbereiche lediglich abschätzen

Besonders ausgeprägte Wirkungen für die inländische Öko-Erzeugung können bei Rindfleisch erwartet werden. Hier wären auch erhebliche Auswirkungen auf den konventionellen Bereich kaum zu vermeiden. In anderen Bereichen wie Öko-Gemüse und Öko-Kartoffeln sind die Auswirkungen dagegen eher gering einzuschätzen, da diese Märkte weitgehend binnenorientiert sind. Bei Obst, Getreide und Milchprodukten wäre zwar eine höhere Präferenzmarge gegeben, aber zur Abschätzung der Auswirkungen einer Zollfreiheit für Öko-Produkte fehlen wichtige Informationen.

### 6 Literatur

- Deblitz C (2004) Status quo and prospects of beef production world-wide. *Landbauforsch Völkenrode* 54(4):237-249.
- Deblitz C, Izquierdo-Lopez MD, Davier Z von (eds) (2002) IFCN beef report 2002 : status and prospects of typical beef farms world-wide. Braunschweig : FAL, 81 p
- ERS/USDA (Economic Research Service des United States Department of Agriculture): WTO Agricultural Trade Policy Commitments Database – WTO Tariff Levels. <http://www.ers.usda.gov/db/wto/>
- Ellinger W (2004): Großes Interesse an Interponma. *Der Markt – Obst Gemüse* 12/2004, S. 13-14.
- Ellinger W (2005): Rückblick auf den konventionellen Obstmarkt 2004. In Rippin, M. et al.: *Ökomarkt Jahrbuch 2005 – Verkaufspreise im ökologischen Landbau. Materialien zur Marktberichterstattung Bd. 55.* Rheinbreitbach 2005, S. 126-136..
- United Nations Statistics Division: UN Comtrade (UN Commodity Trade Statistics Database), versch. Nrn. u. Jgg.

Wendt H (FAL-MA), Madsen G (FAL-MA), Rippin M (ZMP), Engelhardt H (ZMP), Fiedler v D (ZMP), Thimm C Wagener K : Maßnahmen und Ansatzpunkte zur Verbesserung der quantitativen Marktinformationen bei Öko-Produkten und Möglichkeiten ihrer Konkretisierung.

# **Berichte über Forschung für den Ökologischer Landbau aus den Anstalten**

**für das Jahr 2005**



# Feldversuche der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft zum Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau

S KÜHNE, C ADLER, L BANGEMANN, G BARTELS, J HALLMANN, U HEIMBACH, A KOLLAR, M MAIXNER, G MEYER, B PALLUTT, HJ PELZ, G SIECKMANN, B WALTHER, A VERSCHWELE UND H VOGT

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, 38116 Braunschweig, s.kuehne@bba.de

## 1 Einleitung

In den Instituten der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) werden Forschungsthemen speziell zum Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau bearbeitet. Dazu gehören auch konzeptionelle Arbeiten, die sich mit dem Handlungsrahmen im Pflanzenschutz allgemein auseinandersetzen und die mit den ökologischen Anbauverbänden diskutiert werden. Ein Beispiel hierfür ist die Diskussion um die Anwendung von Bio-Herbiziden.

Im Internetportal [www.oekolandbau.de](http://www.oekolandbau.de) ist das bisher umfangreichste Informationsangebot zum Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau bereitgestellt worden. Eine Online-Bestimmungshilfe für Pflanzenkrankheiten und Schädlinge hilft dem Anwender, Schadorganismen selbst zu bestimmen und für ihre Regulierung Handlungshilfen abzufragen.

Unter der Leitung und Beteiligung von BBA-Wissenschaftlern in Zusammenarbeit mit Hochschulen und der Pflanzenschutzberatung ist das erste umfassende Fachbuch zum Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau erarbeitet worden, das die Alternativen zum chemischen Pflanzenschutz darstellt und neben modernem Wissen aus Wissenschaft und Forschung auch den alten bäuerlichen Erfahrungsschatz erschließt (Kühne, Burth, Marx (Hrsg.) 2006).

## 2 Feldversuche

Eine wichtige Grundlage für die Forschungsarbeiten sind die Feld- und Praxisversuche auf den nach EU-Ökoricthlinien zertifizierten Versuchsfeldern. Im Folgenden werden die wichtigsten aktuellen Bearbeitungsthemen genannt:

### 2.1 BBA-Versuchsfeld Ahlum/Sicke (Niedersachsen)

Parzellenversuche auf einer Größe von 12 Hektar

Fruchtfolge: Rotklee-Gras88 – Winterweizen (Zwischenfrucht: Inkarnatklee/Gras)- Kartoffeln-Winterroggen-Erbсен-Winterraps-Winterweizen-Sommergerste

Versuchsfragen:

- Verringerung des Unkrautdrucks durch Optimierung von Bodenbearbeitung und Saatzeit (System „Falsches Saatbett“) im Getreidebau.
- Einfluss des Weite-Reihe-Verfahrens auf die Verunkrautung und Ertragsbildung bei Winterweizen.
- Untersuchungen zur langfristigen Veränderung der Dichte und Artenzusammensetzung von Unkräutern durch ökologische Bewirtschaftung.
- Untersuchungen zum Krankheits- und Schädlingsauftreten in der Fruchtfolge Erbse, Winterraps, Winterweizen, Sommergerste, Klee gras, Winterweizen, Kartoffel und Roggen.

- Untersuchungen zur Wirkung von Kaliseife, Pflanzenöl und Neemöl gegen Blattläuse und Thripse im Kohl und Porreeanbau.
- Untersuchungen zur Wirkung von Flugbarrieren gegen Kohl- und Möhrenfliege.
- Untersuchungen zur Populationsdynamik von Blattläusen in verschiedenen Erbsensorten.
- Wirkung von Spruzit und NeemAzal auf das Befallsgeschehen.
- Einfluss unterschiedlicher, anfälliger Sorten auf den Krankheitsbefall im Raps.
- Einfluss von Saatzeit, Saatstärke, Reihenweite, Sorte und Vorfrucht auf das Krankheitsauftreten in Winterweizen.
- Bedeutung des Krankheitsbefalls in Sommergerste in Abhängigkeit von der Krankheitsresistenz der Sorte.
- Kupferminimierungsstrategien im ökologischen Kartoffelanbau, Entwicklung und Überprüfung und Praxiseinführung des Prognosesystems Öko-Simphyt zur gezielten Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule.

## **2.2 BBA-Versuchsfeld in Dahnsdorf (Brandenburg)**

Parzellenversuche auf einer Größe von 2 Hektar

Versuchsfragen:

- Untersuchungen zur Ertragsstabilisierung des ökologischen Rapsanbaus durch Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auf Neemöl und Pyrethrum-Basis.
- Entwicklung von Strategien zur Regulierung des Kartoffelkäfers mit Pyrethrum/Rapsöl, Neemöl- und *Bacillus thuringiensis*-Präparaten.

## **2.3 BBA-Versuchsfeld in Münster (Nordrhein-Westfalen)**

Gehegeversuche mit Barrieresystemen in einer Obstanlage auf 900 m<sup>2</sup>.

Versuchsfragen: Beobachtungen zum Verhalten von Schermäusen gegenüber Migrationsbarrieren mit Hilfe sendermarkierter Individuen. Auswirkungen unterschiedlicher Populationsdichten, Früherkennung von Wühlmausbefall.

## **2.4 Praxisversuche auf zertifizierten Ökolandbauflächen:**

Versuche mit Barrieresystemem in Obstanlagen an den Standorten Coesfeld (0,75 ha) und Solingen (0,25 ha) (NRW) sowie Mösbach (1,4 ha) und Tübingen (1,2 ha) (Baden-Württemberg).

Versuchsfragen:

Untersuchungen zur Wirksamkeit von Migrationsbarrieren bei der Abwehr von Wühlmauschäden in der obstbaulichen Praxis, Installation und Pflege der Barrieresysteme.

## **2.5 BBA-Versuchsfeld in Münster (900 m<sup>2</sup>, Parzellenanlage)**

Versuchsfragen: Entwicklung von Maßnahmen zur Bekämpfung des Wurzelgallennematoden *Meloidogyne hapla*; z. B. Anbau von Tagetes (verschiedene Sorten) und Sudangras; Unterschiede in der Resistenz bzw. Toleranz von Möhrensorten.

## **2.6 BBA-Mikroplots in Münster (15 Mikroplots a 1 m<sup>2</sup>)**

Versuchsfragen: Auswirkungen unterschiedlicher Besatzdichten mit *M. hapla* auf den Ertrag von Möhren sowie Zwiebeln; Ermittlung der Vermehrungsrate.

## **2.7 BBA-Versuche in Kooperation mit dem Ökoring Niedersachsen**

Fünf Feldversuche auf Praxisbetrieben, je 2000 m<sup>2</sup>, Streifenanlage

Versuchsfrage: Entwicklung von Maßnahmen zur Bekämpfung des Wurzelgallennematoden *Meloidogyne hapla* sowie von Wurzelläsionsnematoden (*Pratylenchus* spp.). Einsatz von Schwarzbrache, Fangpflanze (z. B. Ölrettich), Lupine, Klee, Rote Bete, Tagetes, Wintergerste, Kartoffeln auf die Populationsdynamik der Nematoden sowie auf den Ertrag einer anfälligen Kultur (Möhre bzw. Zwiebel) im Folgejahr.

## **2.8 BBA-Versuche in Kooperation mit der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen**

Zwei Feldversuche auf einem Praxisbetrieb, 2 ha bzw. 2000 m<sup>2</sup>, Streifenanlage

Versuchsfrage: Entwicklung von Maßnahmen zur Bekämpfung der Wurzelgallennematoden *M. hapla* und *M. chitwoodi* bzw. von *Pratylenchus* spp. Einsatz von Schwarzbrache, Luzerne, Tagetes, Sudangras. Bestimmung der Populationsdynamik der Nematoden sowie die Ertragswirkung bei Anbau einer anfälligen Kultur (Möhre) im Folgejahr.

## **2.9 BBA-Versuche in Kooperation mit der LVWO-Weinsberg (Baden-Württemberg)**

Versuchsfragen:

Phytoprotektive Maßnahmen beim Apfelschorf.

Untersuchungen zum Falllaubabbau nach Behandlung mit mikrobiellen Nährstoffen und Enzymen.

Reduktion des Ascosporenpotentials durch erhöhte mikrobielle Aktivität und Regenwurmfraß.

BBA-Versuche in verschiedenen Praxisbetrieben

Untersuchungen zur Regulierung der Kirschfruchtfliege mit insektenpathogenen Nematoden.

## **2.10 BBA-Versuche Darmstadt (Hessen) in Kooperation mit**

a. verschiedenen Öko-Getreidezüchtern

Versuchsfragen:

Resistenz von Winterweizensorten gegen Steinbrand

b. Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinland-Pfalz (DLR) Neustadt

Versuchsfrage:

Eignung alternativer Saatgutbehandlungsverfahren zur Bekämpfung von *Alternaria*-Pilzen an Möhren

c. Fördergemeinschaft Ökologischer Obstbau, Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinland-Pfalz (DLR) Neustadt und Uni Hohenheim

Versuchsfrage:

Management der Minderempfindlichkeit von Apfelwicklerstämmen gegenüber dem Apfelwicklergranulovirus

d. Universität Hohenheim, Fördergemeinschaft und Beratungsdienst ökologischer Obstbau (Weinsberg) und andere

Versuchsfrage:

Regulierung der Apfelsägewespe im ökologischen Obstbau

e. Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinland-Pfalz (DLR) Bad Neuenahr, Fördergemeinschaft und Beratungsdienst ökologischer Obstbau (Weinsberg) und andere

Versuchsfrage:

Bekämpfung der Blutlaus im ökologischen Obstbau durch Freilassung der Blutlauszehrwespe aus Massenzucht

### **2.11 BBA-Versuchsfeld Bernkastel-Kues (Rheinland-Pfalz)**

Versuchsrebläche des Instituts für Pflanzenschutz im Weinbau: ca. 9 ha Gesamtfläche, davon werden 1,8 ha ökologisch bewirtschaftet.

Versuchsfragen:

- Anfälligkeit pilzwiderstandsfähiger Rebsorten gegenüber der Schwarzfäule
- Parzellenversuche zur Bekämpfung der Schwarzfäule im ökologischen Weinbau
- Abbau von Fruchtmumien der Schwarzfäule auf und im Weinbergsboden
- Minimierung des Kupfereinsatzes im ökologischen Weinbau
- Beikrautregulation im Unterstockbereich

Zusätzlich werden in Praxisbetrieben Untersuchungen zur Epidemiologie der Schwarzholzkrankheit, zur Ansiedlung von Höhlenbrütern und zum Einfluss von Kulturmaßnahmen auf den Schwarzfäulebefall durchgeführt.

### **3 Anwendung von Warmluft zur Regulierung von Schadinsekten im Vorratsschutz, BBA Berlin-Dahlem in Kooperation mit einer Mühle in Baden-Württemberg**

Bei der Lagerung und Verarbeitung pflanzlicher Ernteprodukte muss im Interesse der Produktqualität das Hauptaugenmerk auf der Vermeidung eines Schädlingsbefalls liegen. Dazu gehört eine gute Betriebshygiene, ein modernes Schädlingsmonitoring mit Fallen und anderen Überwachungsmethoden sowie eine insektendichte bauliche Gestaltung von Vorratslagern und Verarbeitungsbetrieben.

Wurde ein Befall festgestellt, so können leere Lagerräume, Mühlen und Bäckereien durch Erwärmen auf über 50 °C in kurzer Zeit vollständig entwest werden. In der Praxis erwiesen sich dabei fehlerhaft isolierte Außenwände mit Ritzen und Fugen, feuchtes Betonmauerwerk, im Raum zurückgelassene Produktreste ab etwa 20 l Volumen und eine nicht ausreichende Warmluftumwälzung als Hauptschwierigkeiten. Die Temperaturerfassung an möglichst vielen kritischen Stellen sollte durch Datalogger erfolgen. Für eine vollständige Behandlung sollten 50 °C für etwa 6 Stunden oder 55 °C für rund eine Stunde an allen Punkten erreicht werden. Die Anwesenheit des Betriebsleiters während der Wärmebehandlung ist sehr zu empfehlen, da durch das wärmebedingte Auswandern der Schadinsekten Befallsschwerpunkte sichtbar werden. Diese können anschließend baulich umgestaltet oder zukünftig intensiver gereinigt und überwacht werden.

#### 4 Publikationen der BBA 2005

- Doye, E., Michl, G., Hoffmann, C. (2005) Etablierung eines Anbausystems pilzresistenter Rebsorten für den ökologischen Weinbau. Endbericht, 12 S., <http://www.wbi-freiburg.de>.
- Doye, E., Michl, G., Hoffmann, C. (2005): Etablierung eines Anbausystems pilzresistenter Rebsorten für den ökologischen Weinbau. - 3. Zwischenbericht, 74 S., <http://www.wbi-freiburg.de>.
- Hallmann, J. (2005) Resistenter Ölrettich zur Regulierung von Wurzelgallennematoden im ökologischen Landbau. Abschlussbericht Forschungsprojekt 02 OE 107 im Bundesprogramm Ökologischer Landbau. Wissenschaftsplattform des zentralen Internetportals „Ökologischer Landbau“ <http://orgprints.org/4296>, 21 S.
- Hallmann, J., Klinger, S., Rau, F. (2005) Bekämpfungsstrategien für pflanzenparasitäre Nematoden im ökologischen Landbau. In: Heß, J., Rahmann, G. (Eds.). Ende der Nische, Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. 01.03.-04.03.2005, Kassel, Kassel University Press, 169-172. <http://orgprints.org/3477/>
- Hallmann, J., Rau, F. (2005) Ölrettich gegen Wurzelgallennematoden. Bioland, No. 2, S. 15
- Herz, A., Zimmermann, O., Hassan, S. A. & Huber, J. (2005) Bericht über das vierte Fachgespräch zum biologischen Pflanzenschutz: „*Trichogramma* - Wissensstand und Zukunftsperspektiven“. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 57, 4-10
- Hoffmann, C., Michl, G., Doye, E., Breuer, M. (2005) Kräuselmilbe gegen Raubmilbe Wer gewinnt?. das deutsche weinmagazin, 13, 8-11
- Holz, B., Hoffmann, C., Nachtigall, G. (2005) Schwarzfäule der Rebe (Black Rot) *Guignardia bidwellii* (Ellis) Viala & Ravaz. - Faltblatt der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (2. überarbeitete Auflage) Juni 2005.
- Jahn, M. (2005) Gesundere Pflanzen durch Stärkungsmittel?. Gartenpraxis, 3, 26-29
- Jahn, M. (2005) Seed quality and strategies for organic seed treatment. Ecology and Farming. 2005, 38, 26-27
- Jahn, M., Koch, E., Schmitt, A. (2005) EU-project “Seed treatments for organic vegetable production”. 5<sup>th</sup> ISTA – SHC Seed Health Symposium, 10 – 13 May 2005, Angers, France, Abstracts, Nr. 31, S. 24
- Jahn, M., Kromphardt, C., Forsberg, G., Werner, S., Wikström, M., Tinivella, F., Roberts, S. J. (2005) Evaluation of hot water, hot air and electron treatment for seed sanitation in organic vegetable production. 5<sup>th</sup> ISTA – SHC Seed Health Symposium, 10 – 13 May 2005, Angers, France. Abstracts, Nr. 11, S. 21
- Jahn, M., Strumpf, M. (2005) Untersuchungen zur Anwendung von Pflanzenstärkungsmitteln in Rosen. Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, 2005, 126, 27-30
- Kienzle, J., Zimmer, J., Klopp, K., Maxin, P., Yamada, K., Bathon, H., Zebitz, C.P.W., Ternes, P., Vogt, H. (2005) Regulierung der Apfelsägewespe im Ökologischen Obstbau und Nebenwirkungen der Strategien auf die Blutlauszehrwespe. In: Heß, J. and Rahmann, G. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau - Ende der Nische. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau 8, 163-164
- Kollar, A., Pfeiffer, B. (2005) Schorfbekämpfung in der Zeit nach dem Blattfall ? Öko-Obstbau 05, 8-10
- Kollar, A., Pfeiffer, B. (2005) Schorfbekämpfung in der Zeit nach dem Blattfall ? Obstbau 30, 518-521
- Köppler, K., Vogt, H. (2005) Initial results in the application of entomopathogenic nematodes against the European cherry fruit fly *Rhagoletis cerasi* L., IOBC/WPRS Bulletin. 28, 3, 13-18
- Köppler, K., Peters, A., Vogt, H. (2005) Control of European cherry fruit fly (*Rhagoletis cerasi*) with entomopathogenic nematodes. 10th European Meeting of the IOBC WG „Invertebrate Pathogens in Biological Control: Present and Future. Invertebrate Pathogens in Biological Control: Present and Future. 2005. 10-15.6.2005. (Conference Proceeding).
- Köppler, K., Peters, A., Storch, V., Vogt, H. (2005) Fly-free cherries: utopia or realistic hope? IOBC/WPRS Bulletin. 28, 7, 126-132
- Kühne, S. (2005) Die Brandenburger Schichtholzhecke - Hecken für das platte Land. ForschungsReport, 32, 2, 4-9
- Kühne, S. (2005) Die Notwendigkeit der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Ökologischen Landbau. In: Ende der Nische. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 1.-4. März 2005, Hrsg. J. Heß und G. Rahmann, 641-643
- Kühne, S., Bährmann, R., Schrameyer, K. (2005) Some observation on the biology and predaceous behaviour of

- Schoenomyza litorella* (FALLÉN, 1823) (Muscidae, Coenosiniinae). *Studia dipterologica* 12, 1, 223-227
- Kühne, S., Verschwele, A., v. Hörsten, D., Jahn, M. (2005) Implementation of Bioherbicides and Seed Treatment in organic farming. 15th IFOAM Organic World Congress, 21 – 23 September 2005 Adelaide, South Australia, 150-153
- Kühne, S., Pallutt, B., Jahn, M., Moll, E. (2005) Regulierung des Kartoffelkäfers. *Bioland*, 1, 10-11
- Kühne, S., Pallutt, B., Jahn, M., Moll, E. (2005) Vergleichende Untersuchungen zur Regulierung des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say) mit Pyrethrum/Rapsöl-, Neemöl- und *Bacillus thuringiensis*-Präparaten. In „Ende der Nische“. 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 1.-4. März 2005, Beiträge, 129-132
- Marx, P., Kühne, S., Jahn, M. (2005) Datenbank über Pflanzenstärkungsmittel im Internet. In: Ende der Nische. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 1.-4. März 2005, 677-678
- Marx, P., Kühne, S., Jahn, M. (2005) Datenbank über Pflanzenstärkungsmittel für das Internet – Inhalt, Ziele und Herangehensweise. *Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft*, 126, 7-8
- Nega, E., Werner, S., Jahn, M. (2005) Feuchtheißluftbehandlung von Kressesaatgut zur Reduktion samenbürtiger Pathogene. *Gemüse*, 4, 11, 20-21
- P. Marx, S. Kühne (2005) Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau-Probleme und Lösungsansätze, 10. Fachgespräch BBA Kleinmachnow, Erstellung einer Datenbank für das Internet, *Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft*
- Ruther, J., Mayer, C. J. (2005) Response of garden chafer, *Phyllopertha horticola*, to plant volatiles: from screening to application. *Entomol. Exp. Appl.* 115, 51-59
- Seibold, A., Giesen, N., Jelkmann, W. (2005) Antagonistic activity of different yeast spp. against *Erwinia amylovora*. *Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft* 128, S. 46
- Siekmann, G., Hommes, M. (2005) Strohmulch gegen Blattläuse im Gemüsebau. 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau - Ende der Nische, Kassel, 01. - 04.03.2005; Veröffentlicht in Heß, J. und Rahmann, G., (Hrsg.) *Ende der Nische, Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau*. kassel university press GmbH, Kassel. 177-178
- Verschwele, A. (2005) Unkrautregulierung mit Herbiziden - Chancen und Risiken für den Ökologischen Landbau. HRSG: Hess, J.; Rahmann, G.: Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 1.-4. März 2005, 291-294
- Verschwele, A., Häusler, A., Pallutt, B., Engelke, Th. (2005) Strategien zur Regulierung von Wurzelunkräutern im ökologischen Landbau - Erarbeitung von Ansätzen für erfolgversprechende Strategien: Erarbeitung von Regulierungsansätzen am Beispiel der Acker-Kratzdistel. Bericht, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, S. 106 <<http://orgprints.org/501/>>
- Verschwele, A., Zwerger, P. (2005) Effects of organic farming on weed abundance - long-term results from a site in northern Germany. 13. EWRS Symposium, Bari, 20.-23.Juni 2005.
- Wächter, R., Wolf, G., Koch, E. (2005) Charakterisierung der Resistenz von Winterweizensorten gegenüber Steinbrand (*Tilletia caries*). 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau "Ende der Nische", Kassel, 01.-04.03.05; Veröffentlicht in Heß, J. und Rahmann, G., (Hrsg.) *Ende der Nische, Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau*. kassel university press GmbH, Kassel. 121-124
- Waldow, F., Jahn, M. (2005) Untersuchungen zur Regulierung von Steinbrand (*Tilletia caries*) unter besonderer Berücksichtigung von Befallstoleranzgrenzen und direkten Maßnahmen. In „Ende der Nische“. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 1.-4. März 2005, Beiträge, 125-128
- Walther, B., Pelz, H.-J. (2005) Abwehr von Wühlmausschäden im ökologischen Obstbau. Abschlussbericht Forschungsprojekt 02 OE 108 im Bundesprogramm Ökologischer Landbau. Wissenschaftsplattform des zentralen Internetportals „Ökologischer Landbau“ <http://www.orgprints.org/4555>, eingestellt 03/2005, 28 S.
- Walther, B., Pelz, H.-J. (2005) Aussichten des Einsatzes von Migrationsbarrieren zur Abwehr von Wühlmausschäden im ökologischen Obstbau [Prospects of migration barriers to prevent vole damage in organic farming]. In: Heß, J., Rahmann, G., (Hrsg.): 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau – Ende der Nische, Kassel, 01.-04. März 2005, Kassel (kassel university press) 2005, 99-102 <<http://orgprints.org/3594/>>
- Walther, B., Pelz, H.-J., Malevez, J. (2005) Design and implementation of migration barriers to protect orchards from vole damage. In: 5th European Vertebrate Pest Management Conference, Budapest, Ungarn, Sept. 5-8, 2005, Final Program and Abstracts, 2005, S. 67

- Wilbois, K.-P.; Spieß, H.; Vogt-Kaute, W.; Jahn, M.; Waldow, F.; Koch, E.; Wächter, R.; Müller, K.-J. (2005) Vermeidung von saatgutbürtigen Krankheiten: Strategien für den Öko-Landbau. In „Ende der Nische“. 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 1.-4. März 2005, Beiträge, 149-152
- Wolff, S.-V. (2005) Alternative Methoden zur Bekämpfung des samenbürtigen Schaderregers *Septoria nodorum* (Berk.) Berk. an Winterweizen im ökologischen Landbau. Masterarbeit an der Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-gärtnerische Fakultät. 75 S.



# Konzept und Versuchsplanung für eine zukünftige koordinierte Feldprüfung von Legehennenherkünften auf ihre Eignung für den ökologischen Landbau

HENRIKE GLAWATZ<sup>1</sup>, G. NÜRNBERG<sup>1</sup>, J. KJAER<sup>2</sup>, G. HEIL<sup>2</sup>, L. SCHRADER<sup>2</sup>, N. REINSCH<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere, Dummerstorf  
<sup>2</sup> Institut für Tierschutz und Tierhaltung der FAL, Celle

## Abstrakt

Die Legehennenhaltung in Deutschland ist im Zuge des Käfigverbots ab 2010 im Umbruch. Die neuen Haltungssysteme für Legehennen erfordern die Anpassung der für Käfighaltungen gezüchteten Hybriden an erhöhten Infektionsdruck, größere Gruppen und unterschiedliche Umgebungsreize durch Klima und Stalleinrichtung. Die Haltung unter anerkannten Öko-Bedingungen stellt eine noch größere Herausforderung an die Züchter, da z.B. das Kürzen der Schnäbel zur Vermeidung von Pickaktivität unter den Tieren verboten ist. Unter ökologischen Bedingungen eingesetzte konventionelle Herkünfte haben stark unterschiedliche Leistungen in Produktion, Mortalität und Verhalten. Es ist mit Interaktionen zwischen Herkünften und Haltungssystemen in ökologischer und konventioneller Haltung zu rechnen.

Für unabhängige Herkunftsvergleiche von Legehennen gibt es keine offizielle Stationsprüfung mehr. Legehennenhalter im Ökobereich erhalten daher schwer eine objektive Einschätzung der Eignung vorhandener Herkünfte für die Haltung unter Ökobedingungen.

Im Rahmen des Projekts wird ein Vergleich von Legehennenherkünften in Form einer Feldprüfung (Warentest) in verschiedenen Leistungs- und Verlustmerkmalen angestrebt. Ergänzend laufen zwei Stationsprüfungen unter angepassten Ökobedingungen.

Versuchsansteller sind das FBN Dummerstorf und das Institut für Tierschutz und Tierhaltung in Celle. Als Projektpartner konnten die Prüfstationen Haus Düsse und Kitzingen gewonnen werden. Prof. W. Bessei, Hohenheim steht als Berater zur Verfügung. Teilweise fungieren Berater in den jeweiligen Gebieten als Verbindung zu den Betrieben.

Das unmittelbare Projektziel ist die Versuchsplanung und der Probelauf eines Vergleichs der Herkünfte. Eine epidemiologische Auswertung und ein Vergleich von Stations- zu Feldergebnissen geben erste Ergebnisse zur Leistung von Legehennenhybriden unter Öko-Bedingungen.

Die bisherigen Arbeiten konzentrierten sich auf eine Auswertung der Literatur, die genaue Festlegung der zu erfassenden Merkmale und die Rekrutierung der Praxisbetriebe.



## Bericht 2005 des Instituts für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt e.V. (IGZ)

### 1 Projekte

#### 1.1 BÖL-Projekt: Aufbau einer Koordinationsstelle 'Versuchsanstellungen im Ökologischen Gemüsebau' 03OE569

Ziel des Projektes ist der Aufbau eines unabhängigen Netzwerkes 'Forschung im ökologischen Gemüsebau', das im Versuchs- und Beratungswesen für den Ökologischen Gemüsebau zwei Aufgabenbereiche übernimmt:

- Sammlung von Fragestellungen aus der Praxis einerseits und Aufbereitung vorhandener und künftiger Forschungsergebnisse für Beratung und Praxis andererseits mit dem Ziel einer verbesserten Transparenz in der Kommunikation zwischen Praxis, Beratung, Versuchswesen und Wissenschaft
- Koordination der Versuchstätigkeit mit dem Ziel der Effizienzsteigerung vorhandener Personal- und Versuchsflächenkapazitäten

Das Netzwerk ist als Modellvorhaben konzipiert. Es soll nach einer Aufbauphase von drei Jahren in der Lage sein, sich durch Unterstützung aus Mitteln der Bundesländer, zu deren Aufgaben die gartenbauliche Beratung und deren Koordination gehört, sowie ggf. der Anbauverbände selbst zu tragen.

#### 1.2 EU-Projekte

Thema	IGZ	Kooperationspartner
EU-Rotate_N Entwicklung eines Modells, das die Stickstoffdynamik sowohl in "konventionellen" als auch in "ökologischen" gemüsebaulichen Fruchtfolgen beschreibt. <a href="http://www.hri.ac.uk/eurotate/index.htm">http://www.hri.ac.uk/eurotate/index.htm</a>	Fink	Warwick HRI und sechs weitere Partner
Quality Low Input Food (QLIF ) WP Development of nutrient budget-based precision farming system and software for vegetable crops; <a href="http://www.qlif.org">www.qlif.org</a>	Fink	Uni Newcastle und zahlreiche weitere Partner

#### 1.3 DFG-Projekte

Thema	IGZ	Kooperationspartner
Molekulare Untersuchungen der Wechselwirkungen zwischen arbuskulären Mykorrhizapilzen und Pathogenen in <i>Medicago truncatula</i>	Franken	Uni Bielefeld
Molekulare Untersuchungen zum Einfluss wurzelbesiedelnder Pilze auf Resistenz und Suszeptibilität in Gerstebältern	Franken	Uni Gießen

#### 1.4 Industrie geförderte Projekte

Thema	IGZ	Kooperationspartner
Prüfung der pflanzenwachstumsstimulierenden Wirkung eines Pflanzenstärkungsmittels im Modell- und Gefäßversuch an vier verschiedenen Gemüsearten	Ruppel	Firma microactiv

## 1.5 Eigen-finanzierte Projekte

Thema	IGZ	Kooperationspartner
C- und N-Mineralisierung von Böden nach Applikation organischer Handelsdünger.	Schmidt	
Molekulare und physiologische Analyse der arbuskulären Mykorrhiza in <i>Lycopersicon esculentum</i>	Franken	

## 2 IGZ-Publikationen zum Thema Ökolandbau 2005

- Berg, G.; Scherwinski K.; Krechel, A.; Faltin, F.; Ulrich, A.; Hallmann, J.; Grosch, R. 2005. Endophyten zur biologischen Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten. Phytomedizin und Pflanzenschutz im Gartenbau, Universität für Bodenkultur Wien, 31-32.
- Berg, G.; Scherwinski K.; Hallmann, J.; Grosch, R. 2005. Applications of rhizosphere / endophytic bacteria in the biocontrol of soil borne fungal pathogens. Proceedings 1st International Conference on Plant-Microbe Interactions: Endophytes and Biocontrol Agents "Applications of rhizosphere / endosphere bacteria in biocontrol of soil-borne pathogens".
- Feller, C.; Fink, M. 2005. Growth and yield of broccoli as affected by nitrogen content of transplants and the timing of nitrogen fertilization. HortScience 40 (5), 1320-1323.
- Feller, C. 2005. Defizite aufdecken – Qualität sichern. Gemüse 41 (2005) 2, 28-29.
- Feller, C. 2005. Düngung im Gemüsebau. Brandenburgische Gartenbaumitteilungen. 16 (12), 6-7.
- Fink, M.; Kell, K. 2005. Düngeplanung und Fruchtfolge. Monatsschrift 93 (7), 406.
- George, E.; Schwarz, D. 2005. Ökologische Jung- und Zierpflanzenproduktion : Herstellung und Einsatz komposthaltiger Pflanzensubstrate / von Martin Koller; hrsg. vom Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL). - Frick, 2005. - 8 S. BP: George, Eckhard; Schwarz, Dietmar
- Grosch, R.; Berg, G.; Kofoet, A. 2005. Bekämpfung von *Rhizoctonia solani* mittels bakterieller Antagonisten. In: Gerold Rahmann (Ed.) Ressortforschung für den Ökologischen Landbau 2005. Landbauforschung, Völknerode, Sonderheft 290, 31-35.
- Grosch, R.; Faltin, F.; Lottmann, J.; Kofoet, A.; Berg, G. 2005. Endophytes as source of biological agents. IOBC-meeting 'Multitrophic Interactions in soil', 5-8 June, Wageningen, Book of Abstract, p. 34.
- Grosch, R., Faltin, F., Lottmann, J., Berg, G. 2005. Selektion pilzlicher Antagonisten; zur Bekämpfung von *Rhizoctonia solani*. Phytomedizin. 35 (2), 7.
- Grosch, R.; Faltin, F.; Lottmann, J.; Kofoet, A.; Berg, G. 2005. Bacterial and fungal antagonists as biological control agents against *Rhizoctonia* diseases. The 3rd International Symposium on Bio-Control and Biotechnology, Abstract book, p. 29.
- Grosch, R.; Schneider, J.H.M.; Peth, A.; Waschke, A.; Kofoet, A.; Franken, P.; Jabaji-Hare, S.H. 2005. Direkter Nachweis von *Rhizoctonia solani* dem Erreger der Salatfäule. Phytomedizin und Pflanzenschutz im Gartenbau, Universität für Bodenkultur Wien, 60-61.
- Grosch, R.; Faltin, F.; Lottmann, J.; Kofoet, A.; Berg, G. 2005. Effectiveness of 3 antagonistic bacterial isolates to control *Rhizoctonia solani* Kühn on lettuce and potato. Canadian Journal of Microbiology 51 (4), 345-353.
- Grosch, R.; Lottmann, J.; Faltin, F.; Berg, G. 2005. Einsatz bakterieller Antagonisten zur Bekämpfung von Krankheiten verursacht durch *Rhizoctonia solani*. Gesunde Pflanzen 57 (8), 199-205.
- Hartmann, H.; Schonhof, I.; Krumbein, A.; Gruda, N.; Schreiner, M. 2005. Einfluss verschiedener Stickstoffdüngemittel auf den Glucosinolatgehalt von Blumenkohl. Versuche im deutschen Gartenbau, Gemüsebau, 22.
- Hartmann, H.; Schonhof, I.; Krumbein, A.; Gruda, N.; Schreiner, M. 2005. Wirkung verschiedener Düngemittel auf das Wachstum von Blumenkohl. Versuche im deutschen Gartenbau, Gemüsebau, 23.
- Juraeva, D.; Ruppel, S. 2005. Diazotrophic bacteria improved nitrogen nutrition of vegetable plants: an investigation using molecular biological methods. In: Merbach, W., Beschow, H., Augustin, J. (Eds.), Wurzelfunk-

- tionen und Umweltfaktoren, 15. Borkheider Seminar zur Ökophysiologie des Wurzelraumes. Verlag Graur, Beuren, Stuttgart, S. 113-118.
- Kämpfer, P.; Ruppel, S.; Remus, R. 2005. *Enterobacter radicincitans* sp. nov., a plant growth promoting species of the family *Enterobacteriaceae*. *Systematic and Applied Microbiology* 28 (3), 213-221.
- Kordus, H. 2005. Untersuchungen zur Erhöhung des Glucosinolatgehaltes bei Gemüse-Brassica mittels Applikation des PGPR-Stammes *Enterobacter radicincitans* (D 5/23) am Beispiel *Brassica rapa* 'Hongyan'. Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Dipl.-Arb., 63 S.
- Lee, Y.J.; George, E. 2005. Development of a nutrient film technique culture system for arbuscular mycorrhizal plants. *HortScience* 40 (2), 378-380.
- Nendel, C.; Reuter, St.; Kersebaum, K.C.; Kubiak, R.; Nieder, R. 2005. Nitrogen mineralization from mature bio-waste compost in vineyard soils II. Test of N-mineralization parameters in a long-term *in situ* incubation experiment. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 168 (2), 219-227.
- Neumann, E.; George, E. 2005. Does the presence of arbuscular mycorrhizal fungi influence growth and nutrient uptake of a wild-type tomato cultivar and a mycorrhiza-defective mutant, cultivated with roots sharing the same soil volume? *New Phytologist* 166 (2), 601-609.
- Neumann, E.; George, E. 2005. Extraction extraradical arbuscular mycorrhizal mycelium from compartments filled with soil and glass beads. *Mycorrhiza* 15(7), 533-537.
- Ofek, M.; Ruppel, S.; Waisel, Y. 2005. Differences between bacterial associations of two root types of *Vicia faba* L. Abstract, Workshop: Functional and genetic characterization of microbial communities. Sole-carbon-source tests. Workshop, Lisbon University, Faculty of Sciences, Lisbon, Portugal, 13.
- Ofek, M.; Ruppel, S.; Waisel, Y. 2005. Differences between rhizosphere bacterial communities associated with different root types of *Vicia Faba* L. Abstract, In: Hartmann, A., Schmidt, M, Wenzel, W., Hinsinger, Ph. (Eds.) *Rhizosphere 2004 - Perspectives and Challenges - A Tribute to Lorenz Hiltner*, GSF-Bericht 5, 89.
- Rühlmann, J.; Ruppel, S. 2005. Effects of organic amendments on soil carbon content and microbial biomass – results of the long-term box plot experiment in Grossbeeren. *Archives of Agronomy and Soil Science* 51 (2), 163-170.
- Ruppel, S. 2005. Beeinflusst langfristig unterschiedliche Bewirtschaftung die mikrobielle Diversität im Boden? In: Merbach, W., Beschow, H., Augustin, J. (Eds.), *Wurzelfunktionen und Umweltfaktoren*, 15. Borkheider Seminar zur Ökophysiologie des Wurzelraumes. Verlag Graur, Beuren, Stuttgart, 121-126.
- Ruppel, S.; Merbach, W. 2005. Microbial communities and their impact on nutrient transfer within the rhizosphere. Abstract, In: Hartmann, A., Schmidt, M, Wenzel, W., Hinsinger, Ph. (Eds.) *Rhizosphere 2004 - Perspectives and Challenges - A Tribute to Lorenz Hiltner*, GSF-Bericht 5, 190.
- Ruppel, S., Merbach, W., Rühlmann, J. 2005. Microbial communities and their impact in the rhizo- and in the phyllosphere. *Proceedings, IOSTV-conference in Prag, Juni 2005*, in press.
- Ruppel, S.; Schmidt, R. 2005. Förderung der Mikroflora des Bodens durch den gezielten Einsatz von Komposten. In: *Humuswirtschaft im Obstbau – Mikroflora, Baumgesundheit und Kompostqualitäten - Dokumentation der Veranstaltung des Öko-Obstbau Norddeutschland Versuchs- und Beratungsring e.V., OVB Jork*, 4-30.
- Scherwinski, K.; Wolf A.; Grosch R.; Smalla K.; Berg, G. 2005. Analysis of the interaction between biocontrol agents and the indigenous microbial communities using molecular tools. 'Multitrophic Interactions in soil', 5-8 June, Wageningen, Book of Abstract, p. 21.
- Scherwinski, K.; Wolf, A.; Grosch, R.; Smalla, K.; Berg, G. 2005. Bewertung von Biological Control Agents. *Phytomedizin*. 35 (2) 9-10.
- Schmidt, R.; Rühlmann, J.; Kadner, R. 2005. Gärtnerische Produkte im globalen Stoffkreislauf. Abstract, Kurzfassungen der Referate, 117. VDLUFA-Kongress in Bonn, „Kreislaufwirtschaft in der Landwirtschaft-quo vadis“, 83.
- Schmidt, R. 2005. Gesteinsmehle - Einsatzmöglichkeiten und -potentiale in der Landwirtschaft. *Basalt AG Linz/Rhein, Literaturstudie*, 18 S.
- Schwarz, D. 2005. Algae from rainwater ponds in hydroponic systems. Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren und Erfurt: *Research Report 2003 / 2004*, 21-23.
- Schwarz, D.; Gross, W. 2005. Do algae have growth promoting and antiphytopathogenic effects on lettuce grown hydroponically? *IOBC Meeting, Wageningen, NL*, 40.

- Schwarz, J. 2005. Wirkung von Untersaaten bei Artischocken (*Cynara scolymus* L.) im besonderen Hinblick auf die Schädlingspopulation von Blattläusen und Wanzen. Fachhochschule Weihenstephan, Fachbereich Gartenbau und Lebensmitteltechnologie. Dipl.-Arb., 101 S.
- Waller, F.; Achatz, B.; Baltruschat, H.; Fodor, J.; Becker, K.; Fischer, M.; Heier, T.; Hückelhoven, R.; Neumann, C.; von Wettstein, D.; Franken, P.; Kogel, K-H. 2005. The endophytic fungus *Piriformospora indica* reprograms barley to salt-stress tolerance, disease resistance, and higher yield. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 102 (38), 13386-13391.
- Zachow, Ch.; Scherwinski, K.; Tilcher, R.; Costa, R.; Smalla, K.; Grosch, R.; Berg, G. 2005. Plant associated fungi beneficial and pathogenic potential. VAAM Tagung, Göttingen, Biospektrum: Tagungsband zum 2. Kongress der DGHM und VAAM, S. 99.

## Forschungsaktivitäten im Bereich des Ökolandbaus 2005 der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BFEL), Karlsruhe

### 1 Forschungsaktivitäten 2005

Thema	finanziert durch	BfEL-Institut	Kooperationspartner
„Bestimmung der ernährungsphysiologischen Qualität von Öko-Produkten anhand des antioxidativen Potentials der Lebensmittel“	BÖL* 2004-2006	IEP	
„Quality of low input food“, Teilprojekt „Auswirkung unterschiedlicher Anbaumethoden auf die Qualität von Kopfsalat“	EU	IEP	Institut für organischen Landbau Uni Bonn
„Erarbeitung und Sammlung von Daten über die Zusammensetzung von pflanzlichen Lebensmitteln (Nährstoffe, Vitamine, sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe, Nitrat) in Gemüse aus ökologischem und konventionellem Anbau“ <b>aktuell:</b> „Gewinnung und Charakterisierung wertvoller Substanzen aus Bio-Traubentrester“	BMELV 2000-2006	ICB IEP	
„Entwicklung/Überprüfung von Methoden zur Erhaltung der Qualität ökologisch und konventionell angebaute Produkte nach der Ernte“; „Angepasste Verarbeitungstechniken - Prozesse für Ökoware“ <b>aktuell:</b> „Heißwasser-Tauchversuche zur Reduzierung des <i>Verticillium</i> -Befalls an Meerrettich“ sowie „Reduzierung der <i>Monilia</i> -Fäule an Zwetschgen“	BMELV 2000-2006	ICB  IVT  ICB/IVT  ICB	
Literaturstudie "Bewertung von Lebensmitteln verschiedener Produktionsverfahren"	BMELV 2001-2006	BfEL KA	SAG „Qualität“
„Verfahrensentwicklung - Nachhaltige, umweltschonende Verfahren“	BMELV DA**	IVT	
CONDOR “CONsumer Decision making on ORganic products”	EU 2003-2005	IÖS	University of Surrey, England; VTT Biotechnology, Finnland; Agricultural Uni of Athens, Griechenland; University of Murcia, Spanien; MAPP, Dänemark; Uppsala University, Schweden

\*BÖL Bundesprogramm Ökologischer Landbau \*\*DA Daueraufgabe

## 2 Vorträge, Poster und Publikationen

- Auinger A., Trierweiler B., Lücke F.-K., Tauscher B. (2005): Influence of hot water treatment on different quality parameters of apples during storage. *Journal of Applied Botany and Food Quality* 79 (3), 154-156
- Claupein, E. (2005): Sustainability and nutritional behaviour. In: Oltersdorf, U., Claupein, E., Pfau, C., Stiebel, J. (eds.): Consumer & Nutrition: Challenges and Chances for Research and Society, *Berichte der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Band 2, Karlsruhe 2005*, S. 214-216. <http://www.bfa-ernaehrung.de/Bfe-Deutsch/Information/e-docs/bfel2.pdf>
- Claupein, E. (2005): Welche Bedeutung hat Nachhaltigkeit beim Ernährungsverhalten? In: *Proceedings of the German Nutrition Society, Abstracts zum 42. Wissenschaftlichen Kongress der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e.V. 7*, S. 29 (Posterpräsentation 17.03.2005 in Kiel)
- Gräf, V., Hoffmann, N.Q., Trierweiler, B., Schirmer, H., Tauscher, B. (2005): Qualitätserhaltung von ökologisch angebauten Äpfeln während der Lagerung. In: „Pflanzliche Lebensmittel – die Basis der Ernährung zwischen Qualität und Verbraucherakzeptanz“. *Tagungsband der 40. Vortragsstagung der Deutschen Gesellschaft für Qualitätsforschung (Pflanzliche Nahrungsmittel) e.V., Karlsruhe, 14.-15.03.2005*, 90-91
- Gräf, V., Mayer-Miebach, E., Schuchmann, H. P. (2005): Einfluss des Verarbeitungsverfahrens auf die Lycopin-gehalte sowie auf die antioxidative Kapazität der Säfte aus ökologisch angebauten Möhren. 40. DGQ-Vortragstagung: „Pflanzliche Lebensmittel - die Basis der Ernährung zwischen Qualität und Verbraucherakzeptanz“, Karlsruhe (*Tagungsband: S. 116-117*)
- Gräf, V.; Mayer-Miebach, E.; Schuchmann, H. P. (2005): Verarbeitungseigenschaften und gesundheitliche Qualität von industriell hergestellten Möhrensäften aus ökologisch erzeugten Möhren. *Abschlussbericht Forschungsprojekt Nr. 02OE205 Bundesprogramm Ökologischer Landbau*. <http://orgprints.org/5364/01/5364-02OE205-IVE-Mayer-Miebach-2004-karottensaft.pdf>
- Mayer-Miebach, E. (2004): Qualität ökologischer Lebensmittel - Fakten zur Qualität von Bio-Lebensmitteln. In: Leitzmann, C., Beck, A., Hamm, U., Hermanowski, R. (eds): *Praxishandbuch Bio-Lebensmittel. Behr's Verlag, Hamburg; 2004, 1. Akt.-Lfg 08/04, 23 S.*
- Mayer-Miebach, E., Gräf, V. (2005): Tauchverfahren. In: Schuchmann, H.P., Schuchmann, H.: *Lebensmittelverfahrenstechnik : Rohstoffe, Prozesse, Produkte. Wiley-VCH, Weinheim, 2005, 318-328*
- Mayer-Miebach, E., Gräf, V., Schuchmann, H. P. (2005): Einfluss des Herstellungsverfahrens auf Lycopingehalt und antioxidative Kapazität von Säften aus ökologisch angebauten Möhren. GVC/DECHEMA-Jahrestagungen, 06.-08.09.2005, Wiesbaden. In: *Chemie Ingenieur Technik* 77(8), 1194
- Mayer-Miebach, E.; Gräf, E.; Schuchmann, H.P. (2005): Lassen sich mit kommerziellen Standardverarbeitungsverfahren gesundheitsfördernde Bio-Möhrensäfte herstellen? In: Rahmann, G. (ed.): *Ressortforschung für den ökologischen Landbau 2005. Sonderheft 290*. ISBN: 3-86576-013-9. S. 21 – 30.
- Rattler, S., Briviba, K., Birzele, B., Köpke, U. (2005): Effect of Agronomic Management Practices on Lettuce Quality. In: Ulrich Köpke, Urs Niggli, Daniel Neuhoff, Peter Cornish, William Lockeretz, Helga Willer (Editors): *Researching Sustainable Systems. Proceedings of the First Scientific Conference of the International Society of Organic Agriculture Research (ISO FAR), Adelaide, South Australia, 21 - 23 September 2005*, ISBN 3-906081-76-1, 188-191.
- Stiebel, J., Claupein, E. (2005): CONDOR: CONSUMER Decision making on ORGANIC products. In: Oltersdorf, U., Claupein, E., Pfau, C., Stiebel, J. (eds.): Consumer & Nutrition: Challenges and Chances for Research and Society, *Berichte der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Band 2, Karlsruhe 2005*, S. 233-234. <http://www.bfa-ernaehrung.de/Bfe-Deutsch/Information/e-docs/bfel2.pdf>
- Stiebel, J., Claupein, E. (2005): Evaluation der absatzfördernden Determinanten von Bio-Lebensmitteln im Rahmen des EU-Projektes CONDOR (Consumer Decision making on Organic Products). In: *Proceedings of the German Nutrition Society, Abstracts zum 42. Wissenschaftlichen Kongress der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e.V. 7*, S. 32 (Posterpräsentation 17.03.2005 in Kiel)
- Stiebel, J., Claupein, E. (2005): Evaluation der absatzfördernden Determinanten von Bio-Lebensmitteln im Rahmen des EU-Projektes CONDOR (Consumer Decision making on Organic Products). In: *Proceedings of the German Nutrition Society, Abstracts zum 42. Wissenschaftlichen Kongress der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e.V. 7*, S. 32 (Posterpräsentation 17.03.2005 in Kiel)
- Stiebel, J., Claupein, E. (2006): Was bewegt Konsumenten zum Kauf von Bio-Produkten? Bericht über das EU-Projekt CONDOR (CONSUMER Decision making on ORGANIC products), *Jahresbericht 2005 der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Karlsruhe*.

- Stiebel, J., Claupein, E. (2006): Was wissen Konsumenten über Bio-Produkte und was schätzen sie an ihnen? Eine Untersuchung im Rahmen des EU-Projekts CONDOR (Consumer Decision making on Organic Products), In: Proceedings of the German Nutrition Society, Abstracts zum 43. *Wissenschaftlichen Kongress der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e.V.* 8, S. 70, (Posterpräsentation 10.03.2006 in Stuttgart-Hohenheim)
- Stracke, B., Briviba, K., Watzl, B. (2005): Methodenpräsentation und Ergebnisse zur ernährungsphysiologischen Qualität von Öko-Produkten (*in vitro/in vivo*), Projekttreffen im Rahmen des "Bundesprogramm Ökologischer Landbau", Witzenhausen, 28. Juni 2005
- Stracke, B., Briviba, K., Watzl, B. (2005): Präsentation der statistischen Korrelation der Möhrenproben (Ernte 2004), Projekttreffen im Rahmen des "Bundesprogramm Ökologischer Landbau", Witzenhausen, 14. September 2005
- Stracke, B., Rüfer, C., Briviba, K., Watzl, B. (2005): Untersuchungen zur ernährungsphysiologischen Qualität von Äpfeln (ökologisch/konventionell) an Hand des antioxidativen Potenzials, Projekttreffen im Rahmen des "Bundesprogramm Ökologischer Landbau", Witzenhausen, 22. November 2005



## **Untersuchungen zur Aufzucht von Schaf- und Ziegenlämmern mit arteigener und artfremder Milch**

KERSTIN BARTH

Institut für ökologischen Landbau, FAL, Trenthorst, kerstin.barth@fal.de

### **Abstrakt**

Seit einigen Jahren werden in Deutschland zunehmend Schafe und Ziegen zur Milchgewinnung gehalten. Insbesondere die Nachfrage nach Käsespezialitäten nimmt stetig zu. Infolge des saisonalen Fortpflanzungsgeschehens steht nicht ganzjährig Milch zur Verfügung. Diese Produktionslücke wird im ökologischen Landbau noch verlängert, wenn - wie von der EU-Öko-Verordnung vorzugsweise empfohlen - die Milch der Muttertiere an die Lämmer vertränkt wird.

Die Milchtränke ist bis zum 45. Lebenstag der Lämmer vorgeschrieben. Bei der Verwendung der arteigenen Milch wird somit der Milchertrag von ca. 40 Tagen pro Tier (45 Tage – Kolostralmilchperiode) einer ökonomisch schlechteren Verwertung zugeführt. Ökologisch erzeugte Kuhmilch könnte den Verlust vielleicht ausgleichen, wenn sie günstig verfügbar ist. Die unterschiedliche Zusammensetzung der Milcharten führt dann jedoch zu der Frage nach der tiergerechten Versorgung und den Auswirkungen auf die Gesundheit der Lämmer.

In der Lammsaison 2005 wurde die gesamte Nachzucht der institutseigenen Kleinwiederkäuerherde (Rassen: Ostfriesische Milchschafe, Bunte Deutsche Edelziegen) in die Untersuchung einbezogen. Die Lämmer verblieben während der Kolostralmilchperiode für 5 Tage bei ihren Müttern und wurden dann zufällig auf je zwei Gruppen aufgeteilt, welche mit arteigener (Schaf- bzw. Ziegenmilch) oder artfremder Milch (Kuhmilch) aufgezogen wurden. Die Schaf- und Ziegenlämmer erhielten dreimal täglich mittels Eimertränke jeweils 450 ml Milch (entspricht 1250 ml pro Tier und Tag). Die Ziegenlämmer wurden mittels Tränkautomat versorgt und hatten ein Anrecht auf bis zu 2500 ml Milch pro Tier und Tag. Heu stand ad libitum zur Verfügung. Die Kraftfuttermenge wurde langsam auf 80 g pro Lamm und Tag gesteigert. Die Tiere wurden täglich gewogen und innerhalb der ersten zehn Versuchstage wurde täglich die Körpertemperatur bestimmt.

Da sich die Lammperiode über einen Zeitraum von 60 Tagen erstreckte und der Versuch unangemessen verlängert worden wäre, wurde als Versuchsende bei den Ziegenlämmern der 45. und bei den Schaf- und Ziegenlämmern der 41. Lebenstag definiert. Für die Auswertung standen die Angaben von 42 Milchschaflämmern (Schafmilch: 23, Kuhmilch: 19) und 78 Ziegenlämmern (Ziegenmilch: 41, Kuhmilch: 37) zur Verfügung.

Die statistische Auswertung mittels Varianzanalyse erbrachte für die Ziegenlämmer keine gesicherten Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen: Ziegenlämmer, die mit Kuhmilch gefüttert wurden wogen am 45. Lebenstag  $12,0 \pm 0,25$  kg, mit Ziegenmilch gefütterte Lämmer dagegen  $12,1 \pm 0,23$  kg. Die für 100 g Zunahme eingesetzte Milchmenge betrug  $848 \pm 23$  g in der Ziegenmilchgruppe, an Kuhmilch wurden  $840 \pm 25$  g aufgewendet.

Bei den Schaf- und Ziegenlämmern ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen. Die arteigen gefütterten Lämmer wiesen am 41. Lebenstag ein Gewicht von durchschnittlich  $13,7 \pm 0,38$  kg auf, während die mit Kuhmilch gefütterten Tiere nur  $11,6 \pm 0,57$  kg wogen ( $p < 0,01$ ). Folglich unterschieden sich auch die mittleren täglichen Zunahmen im

Versuchszeitraum: 230 g (Schafmilch) und 167 g (Kuhmilch) mit  $p < 0,001$ . Um 100 g Zunahme zu erreichen, waren  $522 \pm 28$  g Schafmilch bzw.  $752 \pm 43$  g Kuhmilch erforderlich.

Nach diesen ersten Untersuchungen kann der Ersatz von art eigener Milch durch Kuhmilch bei Ziegenlämmern als unproblematisch angesehen werden. Bei Schaflämmern ist mit Einbußen beim Wachstum zu rechnen.

# **Erfassung des Gesundheitsstatus von Schweinen und Rindern aus ökologischer sowie konventioneller Produktion anhand differenzierter klinischer und pathologisch-anatomischer Befunde am Schlachthof**

MACHOLD, U.<sup>1</sup>, K. TROEGER<sup>2</sup> und M. MOJE<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Städtisches Veterinäramt Bayreuth

<sup>2</sup> Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Standort Kulmbach

## **Abstrakt**

Die ökologische Landwirtschaft produziert Lebensmittel nach der Verordnung zum ökologischen Landbau (Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 Landbau) umweltschonend und mit Mindeststandards für eine tiergerechte Haltung und Fütterung (Verordnung EG Nr. 1804/1999). Inwieweit, im Vergleich zur konventionellen Produktion, höhere Anforderungen an eine artgerechte Haltung, aber auch restriktive Vorschriften für die Fütterung und den Arzneimitteleinsatz die Tiergesundheit beeinflussen, ist bisher wenig untersucht. Im Rahmen einer ersten Studie wurden der Gesundheitszustand von ökologisch bzw. konventionell gehaltenen Rindern und Schweinen anhand der Befunde der amtlichen Schlachtier- und Fleischuntersuchung verglichen. Die Ergebnisse gaben einen ersten Überblick über die Tiergesundheit in den unterschiedlichen Produktionssystemen (Machold und Mitautoren, 2005).

Anschließend erfolgte an einem oberfränkischen Schlachthof mittlerer Größe eine detailliertere Befunderhebung. In dieser Region wirtschaften ca. 3,2 % aller landwirtschaftlichen Betriebe nach den Richtlinien des ökologischen Landbaus. Über den Zeitraum von einem Jahr (Juli 2004 bis Juni 2005) werden beim Schwein neben Leberbefunden und untauglichen Tieren nahezu Befunde aller Organsysteme (Ohr, Herz, Lunge, Magen-Darm, Milz, Nieren, Haut v. a. Räude, Bewegungsapparat), Abszesse, Eber (Volleber, Binneneber, Zwitter), Parasitenbefall sowie akute u. chronische Läsionen an der Schwanzspitze („Schwanzbeißer“) und Gliedmaßenveränderungen (z.B. Bursae auxilliaris) erfasst. Das Schlachtierkörpergewicht, die Klassifizierungsdaten und Sonderuntersuchungen wie Hemmstofftest, bakteriologische Untersuchung, Rückstandsuntersuchung, Nachbeurteilung werden dokumentiert.

Beim Rind werden die Organbefunde von Lunge, Leber, Herz, Herzbeutel, Niere, Milz, Magen-Darm-Trakt, Bauch- und Brustfell, Bewegungsapparat sowie Haut differenziert nach Alter unter/über 24 Monaten erhoben. Zusätzlich wird auf haltungsbedingte Veränderungen (Technopathien) an Klauen, Gliedmaßen und Hals (eingewachsenen Ketten!) geachtet. Der Parasitenbefall (Finnen und Räudemilben) sowie notwendige Sonderuntersuchungen wie Hemmstofftest, bakteriologische Untersuchung, Rückstandsuntersuchung und Nachbeurteilung werden dokumentiert. Die Schlachtgewichte und die Tierkategorien werden ermittelt.

Bereits nach einem Auswertungszeitraum von acht Monaten lässt sich bei artgerechter Haltung nach den ökologischen Vorgaben eine positive Tendenz bezüglich der Häufigkeit von Technopathien sowohl bei Rindern als auch bei Schweinen erkennen.



---

# Forschungsaktivitäten im Bereich des Ökolandbaus 2005 des ZALF, Müncheberg

## 1 Laufende Projekte 2005-2006

### 1.1 Drittmittelprojekte:

- *CHANNELS - Eröffnung von Kommunikationswegen zwischen den zehn neuen Mitgliedsstaaten bzw. den assoziierten Staaten Rumänien und Bulgarien und der EU im Ökologischen Landbau*  
Träger: EU Europäische Union; EU SSA-CCA proposal Nr. 003375
- *BERAS - Baltic Ecologic Recycling Agriculture and Society*  
Träger: ERDF European Regional Development Fund, Interreg IIIb, BSR joint secretariat
- *Neue Anbaustrategien zur Erhöhung der N-Effizienz und zur Reduzierung des Unkrautdruckes im ökologischen Landbau*  
Träger: BLE Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Bundesprogramm Ökologischer Landbau
- *Naturschutzfachliche Optimierung des großflächigen Ökolandbaus am Beispiel des Demeterhofes Ökodorf Brodowin - Naturschutzhof Brodowin –*  
Träger: Bundesamt für Naturschutz (BfN)

### 1.2 Haushaltsmittelprojekte:

- ROTOR – Modell zur regelbasierten Generierung, pflanzenbaulichen und ökologischen Bewertung von Fruchtfolgen in Produktionssystemen des ökologischen Landbaus
- LEYGRAY- ein einfaches Wachstumsmodell für Leguminosen-Gras-Gemenge zur Abschätzung der Ertragsleistung auf Betriebs- und Regionalebene



# Forschungsaktivitäten im Bereich des Ökolandbaus 2005 des ATB, Bornim

## 1 Projekte

Obleich am ATB in der Mehrzahl nicht explizit für den Ökolandbau ausgewiesene Themen bearbeitet werden, sind einige dieser Themen bzw. deren Bearbeitungsergebnisse doch auch für den Ökolandbau relevant. Diese Themen sowie deren (erste) Bearbeitungsergebnisse sind nachfolgend mit aufgeführt. Die Texte sind, in zum Teil stark gekürzter Form, dem Jahresabschlussbericht des ATB entnommen und können dort im vollständigen Wortlaut nachgelesen werden. Vorangestellt ist eine Übersicht zur Struktur der Forschung am ATB, die die Einordnung der hier dargestellten Forschungsthemen ermöglichen bzw. erleichtern soll. Im Jahr 2005 wurde ein Projekt aus dem Bundesprogramm Ökologischer Landbau gefördert.

### **„Praxis-Modellvorhaben: Einführung von QM-Systemen zur Sicherstellung von Rückverfolgbarkeit und erlebter Frischequalität in regionalem Ökogemüse – Ketten im LEH und NEH“**

Antragsteller: Bioland Erzeugerring Bayern e. V.

Wissenschaftliche Begleitung: Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e. V. (ATB)

Laufzeit: 02/04 – 03/06

Um die hohen Anforderungen an die Qualitätssicherung von empfindlichen Gartenbauprodukten zu gewährleisten, werden zunehmend mehr verfahrenstechnische Schritte in der Nacherntekette erforderlich. In diesem Zusammenhang sind sowohl Kontrollmechanismen als auch aktive Einflussnahmen auf die Qualitätserhaltung zu sehen. Schwerpunkte der Arbeiten lagen auf:

- der Entwicklung und Anpassung von patentierten Verdunstungsmesszellen zur Überwachung der Umgebungsbedingungen (Luftfeuchte und Luftströmung an der Oberfläche) von Frischmarktprodukten.
- einer umfassenden Schwachstellenanalyse unter Einbeziehung sowohl thermischer Belastungen als auch der Wasserverluste der Produkte in der Nachernte

Die Verdunstungsmesszellen wurden in eigener Forschungsarbeit entwickelt und ermöglichen die kostengünstige Erfassung von Nacherntebelastungen durch Transpirationsvorgänge. Im Projekt wurden diese Verdunstungsmesszellen, ergänzt durch kommerzielle Miniaturdatalogger, in jeweils verschiedenen, repräsentativen Anbausätzen von Kopfsalat, Salatgurken, Bundmöhren Brokkoli und Kartoffeln eingesetzt. In die Untersuchungen einbezogen waren sieben regionale Erzeuger, zwei Handelsorganisationen und insgesamt 25 Ladengeschäfte in Deutschland und Österreich. Daten wurde über die gesamte Nacherntekette vom Erzeuger bis zum Abverkauf im Einzelhandel aufgezeichnet.

Die erhobenen Messwerte weisen große Differenzen der Transpirationsintensität in den einzelnen Abschnitten der untersuchten Prozessketten aus. Die stärksten Belastungen durch Transpirationsverluste traten unabhängig von der untersuchten Gemüseart während des Transports (vom Erzeuger zum Großhandel) und der Warenpräsentation auf.

Aus der thermischen und der stofflichen Belastung der Produkte kann in Verbindung mit unter Laborbedingungen ermittelten Verderb-Grenzen der gesamtheitliche Produktzustand zum Verkaufszeitpunkt eingeschätzt werden. Damit besteht erstmals auch die Möglichkeit, verdeckte Verluste zum Verkaufszeitpunkt zu quantifizieren. Diese charakterisieren im wesentlichen Inhaltsstoffe, die zum Zeitpunkt der Kaufentscheidung nicht sichtbar sind und zum schnellen Verderb beim Verbraucher führen.

Generell besteht mit dem Einsatz der Verdunstungsmesszellen die Möglichkeit, technische Parameter (Klimaparameter, Schutzzeigenschaften von Verpackungen...) und/oder technologische Prozesse (Luftführung und Steuerungsregime im Lager, Transportbedingungen, Bedingungen bei der Warenpräsentation...) so zu verändern, dass Frischeverluste minimiert werden.

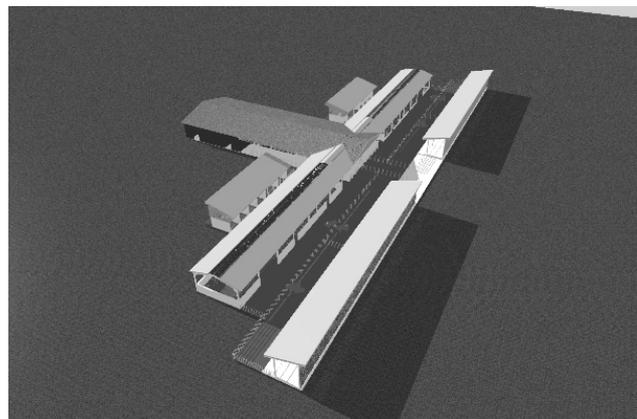


# Jahresbericht 2005 des Instituts für Ökologischen Landbau der FAL

## 1 Bericht des Institutsleiters

Das Jahr 2005 ist dynamisch angefangen – eigentlich so wie die ganzen Jahre seit der Institutsgründung. Im Januar wurde der neue Milchkuhstall des Instituts durch Staatssekretär Alexander Müller und weitere 250 teils hochrangige Persönlichkeiten eingeweiht (Abbildung 1). Damit steht dem Institut ein weltweit einmaliges Instrument zur Verfügung, um Fragen der Ökologischen Milchkuhhaltung zu erforschen. Mit dem Kuhstall stand das Institut und vor allem der Versuchsbetrieb im gesamten Jahr vor der Aufgabe, den komplexen Stall mit 100 Milchkühen und viel Technik in ein routinemäßiges Funktionieren zu bringen. Dieses war schwieriger als gedacht. Nicht vergessen werden sollte, dass mit dem Kuhstall die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Versuchsbetriebs erstmals auch angemessene Sozialräume erhalten haben.

So, wie das Jahr anfang, ging es auf dem Versuchsbetrieb weiter. Im März sind 50 Jungsauen auf den Betrieb gekommen. Diese wurden zunächst auf einer Klee grasfläche in Outdoor-Haltung untergebracht. Im Sommer mussten die Ställe hergerichtet werden. Ein Abferkelstall (HeKu-Buchten), ein Gruppenhaltungsstall und ein Aufzuchtstall für Ferkel wurden in bestehenden Gebäuden hergerichtet. Dieses hat wiederum erhebliche personelle und finanzielle Ressourcen benötigt, die an anderen Stellen fehlten. Im November sind die ersten Ferkel geboren worden.



**Abbildung 1: Der neue Milchkuhstall in Trenthorst**

Mit der Milchkuh- und der Schweinehaltung sind in 2005 die beiden letzten wichtigen Tiergruppen auf dem Versuchsbetrieb etabliert worden. Besonders die Lehrlinge haben sich auf dem Betrieb sehr bewährt. In den ersten drei Jahren der Ausbildungsmöglichkeit zum Landwirt haben bereits zwölf Auszubildende ihre Lehre in Trenthorst absolviert. Jedes Jahr wurden von ihnen die besten Abschlussprüfungen an den konventionell ausgerichteten Berufsschulen erzielt. Dieses zeigt die Ausbildungsqualität des Betriebes. Dem großen Engagement der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter ist es zu verdanken, dass dieses alles geklappt hat, obwohl die personelle Situation auf dem Versuchsbetrieb weiterhin extrem angespannt ist – von 15 Planstellen sind nur zehn besetzt.

Insgesamt haben aber mehr als 80 Personen im Institut gearbeitet, doppelt so viele wie zur Institutsgründung vor fünf Jahren. Es gibt bereits heute erhebliche Kapazitätsgrenzen. Die Baumaßnahmen im Karree sind nur wenig fortgeschritten. Nur ein Trakt mit Büros für das Labor- und LTA-Personal sowie ein Tagungsraum mit 120 Sitzplätzen konnten 2005 fertig

gestellt werden. Diese sind bereits heute überbelegt. Die noch nicht renovierten Labore und sonstigen Trakte des Karrees sind nur begrenzt als Arbeitsplatz geeignet und benötigen dringend eine sachgerechte Herrichtung. Die Planungen gehen aber davon aus, dass damit nicht vor 2007 begonnen werden kann. Dieses ist nur schwer hinzunehmen.

Die Forschung hat sich 2005 weiter fokussiert und etabliert. Auf der Basis des Forschungskonzeptes haben sich klare Arbeitsgebiete, Projekte und Netzwerke der einzelnen Wissenschaftler herausgearbeitet. Die Abstimmungen zwischen dem Versuchsbetrieb, dem technischen Personal, dem Labor und der Wissenschaft sind verfeinert worden. Besonders die neuen Mitarbeiterinnen aus dem aufgelösten Außenstandort der BAZ in Ahrensburg haben die wissenschaftliche Leistungsfähigkeit des Instituts erheblich verbessert. Die erste Dissertation wurde in 2005 in Trenthorst fertig gestellt (TiHo). Je nach Arbeitsgebiet und Aufbaustand des Arbeitsgebietes liegen zunehmend Daten für wissenschaftliche Publikationen vor. In 2005 hat das Institut insgesamt 62 Publikationen (davon 8 mit impact factor) veröffentlicht, 85 Vorträge gehalten und 37 als Koautor mit verfasst. 13 der Vorträge wurden im Ausland gehalten, 5 davon invited. Desweiteren wurden 18 Stellungnahmen abgegeben und rund 120 Gutachten für wissenschaftliche Publikationen verfasst (v.a. für die 8. Wissenschaftstagung Ökolandbau und die ISOFAR-Welttagung).

Drittmittel sind ebenfalls erfolgreich akquiriert worden, obwohl bereits heute umfangreiche Drittmittelprojekte bearbeitet werden. Der Schwerpunkt liegt aber immer noch auf Projekten aus dem Bundesprogramm Ökologischer Landbau. Dieses Programm war aber für die Vernetzung zu wissenschaftlichen Partnern bedeutsam. Diese Vernetzung hat dazu geführt, dass das Institut das erste Mal eine der weltweit wichtigsten Wissenschaftskonferenzen des Ökolandbaus ausrichten durfte. Zusammen mit der Universität Kassel fand im März die 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau in Kassel statt, wo über 700 Wissenschaftler unter dem Motto „Ende der Nische“ über ihre Forschung referiert und diskutiert haben.

In 2005 haben insgesamt 60 Gruppen mit zusammen 4.000 Personen unterschiedlichster Herkunft und Interessenlage das Institut besucht. Ebenfalls wurde im Herbst ein Erntedankfest mit 2.000 Gästen gefeiert. Der Förderverein mit seinem aktiven Vorstand ist treibende Kraft für diese gute Öffentlichkeitsarbeit. Im Gästehaus gab es rund 2.500 Übernachtungen. Im Mai hat ein hochkarätiger Workshop zum Thema „Ernährung für die Zukunft“ in Trenthorst stattgefunden. Gastgeberin war Bundesministerin Renate Künast.

Das Institut hat sich an der BMVEL-Halle auf der Internationalen Grünen Woche 2005 und auf der Agritechnica 2005 beteiligt. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Ressortforschung im Ökolandbau und der Ökolandbau in der Ressortforschung angekommen sind. Dieses erleichtert und qualifiziert die Politikberatung und damit die Arbeit des Instituts. Ende des Jahres – am 5. Dezember 2005 – wurde das 5-jährige Jubiläum der Institutsgründung gefeiert.

Die bilaterale Zusammenarbeit mit Bangladesh, Ägypten, China, Neuseeland und anderen Ländern der EU ist intensiviert worden. Dabei stellt sich immer deutlich heraus, dass die Forschung für den Ökolandbau überall intensiviert wird, die Ressourcen aber nicht so umfangreich sind wie in Deutschland. Das Institut kann bereits heute, trotz der weiterhin bestehenden Aufbausituation, als eine der weltweit wichtigsten Forschungsstätten für den Ökolandbau angesehen werden.

## **2 Projekte**

### **2.1 Arbeitsgebiet Ökologische Milchviehhaltung (Rind, Schaf, Ziege) - Working area Organic Dairy Farming (cattle, sheep, goats)**

- Untersuchungen zum Melkverhalten von Kühen bei muttergebundener Aufzucht –

#### Investigations on milkability of suckling cows

- Untersuchungen zur elektrischen Leitfähigkeit von Schafmilch und deren Nutzung zur Eutergesundheitsüberwachung bei Milchsafen – Investigations on electrical conductivity of ewe's milk for monitoring of udder health in dairy sheep
- Untersuchungen zur Persistenz von koagulase-negativen Staphylokokken (KNS) bei Milchziegen – Investigations on the persistence of coagulase-negative staphylococci in goat milk
- Methoden zur Unterscheidung von ökologisch und konventionell erzeugter Milch – Methods for differentiation of organically and conventionally produced milk?
- Auswirkungen der Fütterung artfremder und arteigener Milch auf die Entwicklung der Lämmer – Effects of feeding of species-specific or non-specific milk on development of kids and lambs

#### 2.2 Arbeitsgebiet Ökologische Schweine- und Geflügelhaltung - Working area Organic Pig and Poultry Farming

- Prüfung unterschiedlicher genetischer Herkünfte auf Gewebewachstum, Mast- und Schlachtleistung, Produktqualität sowie auf deren züchterische Eignung für die ökologische Schweinefleischerzeugung – Testing of tissue development, fattening and carcass performance, meat quality, and breeding suitability of different pig genotypes for organic pork production
- Ferkelverluste verringern: Auswirkungen einer verlängerten Säugezeit auf die Konstitution der Aufzuchtferkel – Diminishing piglet losses: Effects of a prolonged suckling period on the constitution of weaned piglets
- Ermittlung der Eignung von Leindotterpresskuchen (*Camelina sativa*) als Rationskomponente im Futter von Öko-Masthähnchen – Use of *Camelina sativa* oilcake in organic broiler feeding
- 100 % Biofütterung von Legehennen - 100 % organic fed stuff for laying hens
- Anbau von Ölpflanzen in Mischanbau mit anderen Kulturen - Cultivation of oil crops in mixed stand with different cultures
- Verwertungsmöglichkeiten von Leindotterpresskuchen als Kosubstrat in Biogasanlagen und in der Düngung - Use of *Camelina sativa*-oilcake as coferment in biogas plants and in fertilisation
- Ertragsleistung und Qualität von Körnerleguminosen - Yield and quality of grain legumes
- Anbaueignung der Blauen (Schmalblättrigen) Lupine im Ökologischen Landbau – Organic production of several varieties of *Lupinus angustifolius* L.
- Schätzung von Inhaltsstoffen einheimischer Leguminosen mit Hilfe der Nah-Infrarot-Reflektions-Spektroskopie (NIRS) - Prediction of ingredients of local legumes by near infrared reflectance spectroscopy (NIRS)
- Anbau von Raps im Ökologischen Landbau – Cultivation of oilseed rape in organic farming
- Integration von Raps in Fruchtfolgen des Ökologischen Landbaus – Integration of oilseed rape in organic crop rotations
- Regulierung von Ackerschnecken im ökologischen Rapsanbau – Regulation of

slugs in organic oilseed rape

2.3 Arbeitsgebiet Ökologische Haltung von Fleischschafen, Fleischziegen und Mastrindern  
- Working area organic lamb, kid and beef production

- Ernährungsphysiologische und gesundheitliche Wirkung der Fütterung von Gehölzen bei Schafen und Ziegen - Health and nutritional effect of shrubs in sheep and goat diet
- Evasive Grasens als Endoparasitenmanagement für Ziegen - Evasive grazing management as a tool for fighting the endoparasitic burden in goats

2.4 Sonstige und übergreifende Forschungsprojekte - Other and working areas overlapping projects

- Nähr- und Schadstoffgehalte in ökologischen Wirtschaftsdüngern von ökologisch wirtschaftenden Betrieben – Nutrient and heavy metal contents of organic farmyard manure
- Einsatz von biologisch-dynamischen Präparaten im ökologischen Weizenanbau - Use of biological-dynamic preparations in organic wheat production
- Dezentrale Pflanzenölnutzung in der Region Lübecker Bucht – Local plant oil utilisation in the Baltic area of Luebeck
- Umrüstung von Traktoren auf Pflanzenölbetrieb – Plant oil fuel technology for tractor engines
- Optimierung des Kartoffelanbaus im Ökologischen Landbau hinsichtlich der Weiterverarbeitung zu Pommes frites und Chips - Optimising of potato production in organic farming regarding the processing to potato chips (US: french fries) and potato crisps (US: chips)
- Einsatz von Pheromonfallen zum Monitoring von Schnellkäfern (*Agriotes* spp.) in Vorfrüchten zu Kartoffeln - The use of pheromone traps for monitoring click beetles (*Agriotes* spp.) in preceding crops to potatoes
- Dauerbeobachtungsflächen zum Monitoring von Bodenparametern, der Nährstoffversorgung, der Ertragsbildung und der Qualität der Pflanzen sowie der Biodiversität in einem ökologischen landwirtschaftlichen Betrieb - Long term monitoring on soil fertility, on nutrient supply, on yield parameters, on quality of plants and on biodiversity in an organic farm.
- Auswirkungen der anaeroben Fermentation von Gülle auf die Keimfähigkeit von Unkrautsamen und Reduktion von Pathogenen – Effect of anaerobic fermentation of slurry on the germination capacity of weed seeds and reduction of pathogens
- Fütterung von gentechnisch verändertem Mais an Zuchtwachtele über 15 Generationen – Feeding of genetically modified corn to breeding quails over 15 generations
- Differenzierung und Klassifizierung von Öko-Produkten mittels validierter analytischer und ganzheitlicher Methoden – Validation of complementary and holistic measurements to evaluate food qualities
- Kommunikation im ländlichen Raum (TRUC) - Transforming rural communication

### 3 Publikationen

- Aulrich K, Barth K (2005) Detection of coagulase-negative staphylococci in goat milk by PCR-based methods. In: Hogeveen H (ed) Mastitis in dairy production : current knowledge and future solutions ; [4th IDF International Dairy Conference]. Wageningen, Niederlande : Wageningen Acad Publ
- Aulrich K, Böhm H (2005) Schätzung von Inhaltsstoffen einheimischer Leguminosen mit Hilfe der Fourier-Transform Nah-Infrarot-Reflektions-Spektroskopie (NIRS). In: Heß J, Rahmann G (eds) Ende der Nische : Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 1.-4. März 2005. Kassel : kassel university press, pp 377-378
- Barth K (2005) Differences in milk conductivity on quarter level induced by milking machine. ICAR Technical Series 10:123-127
- Barth K, Knappstein K, Ubben E-H (2005) Investigations on use of electrical conductivity and California mastitis test to monitor udder health in goats. In: Hogeveen H (ed) Mastitis in dairy production : current knowledge and future solutions ; [4th IDF International Dairy Conference]. Wageningen, Niederlande : Wageningen Acad Publ, p 931 [Abstract]
- Barth K, Koopmann R (2005) Endoparasiten und Milchqualität bei Ziegen im Ökologischen Landbau. In: Heß J, Rahmann G (eds) Ende der Nische : Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 1. - 4. März 2005 / Hrsg.: J. Heß und G. Rahmann. Veranst.: Universität Kassel - Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften.. Kassel : Kassel University Press, pp 407-408
- Barth K, Ordolff D, Mayer C (2005) Untersuchungen zu Liegenischen für Milchziegen. In: Heß J, Rahmann G (eds) Ende der Nische : Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 1.-4. März 2005. Kassel : kassel university press, pp 357-358
- Barth K, Rahmann G (2005) Milcherzeugung im ökologischen Landbau. Landbauforsch Völkenrode SH 289:136-145
- Böhm H (2005) Ampfer ohne Chemie bekämpfen. Top Agrar(3):100-103
- Böhm H (2005) Ertrag und Futterqualität von Sorten der Blauen Süßlupine (*L. angustifolius*). Mitt Ges Pflanzenbauwiss 17:30-31 [Abstract]
- Böhm H (2005) Sicherstellung der Proteinversorgung in der Fütterung. Bauernblatt Schleswig-Holstein und Hamburg 59/155(24):3
- Böhm H, Krause T (2005) Einsatz von Pheromonfallen zum Monitoring von Schnellkäfern (*Agriotes* spp.) in Vorfrüchten zu Kartoffeln. In: Heß J, Rahmann G (eds) Ende der Nische : Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 1.-4. März 2005. Kassel : kassel university press, pp 141-142
- Ewert S (2005) Die Kupferversorgung ist nicht ganz einfach. Deutsche Schafzucht 97(20)
- Fittje S, Döring T, Böhm H, Saucke H (2005) Aspekte des Pflanzenschutzes bei der Pflanzgutvorbereitung von ökologisch produzierten Kartoffeln. In: Heß J, Rahmann G (eds) Ende der Nische : Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 1.-4. März 2005. Kassel : kassel university press, pp 145-148
- Haase T, Krause T, Haase NU, Böhm H, Loges R, Heß J (2005) Effect of location and cultivar on yield and quality of organic potatoes for processing to crisps. In: Ritter F, Carrascal A (eds) Abstracts of papers and posters : 2 Poster presentation of the 16th triennial conference of the EAPR, European Association for Potato Research EAPR-2005, July 17 to 22, 2005, Bilbao, Spain. Vitoria-Gasteiz, Spain : Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia, pp 699-703
- Haase T, Krause T, Heß J, Böhm H, Loges R, Haase NU (2005) Zum Einfluss von Standort und Sorte auf Ertrag, Sortierung und Qualität von ökologisch erzeugten Kartoffeln für die Verarbeitung zu Chips. In: Heß J, Rahmann G (eds) Ende der Nische : Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 1.-4. März 2005. Kassel : kassel university press, pp 49-50
- Haneklaus S, Schnug E, Paulsen H-M, Hagel I (2005) Soil analysis for organic farming. Commun Soil Sci Plant Anal 36(1-3):65-79
- Idel A, Postler G, Rahmann G, Sakowski T (2005) Polen und Deutschland arbeiten in der ökologischen Tierzucht zusammen. Ökologie und Landbau 33(134):36
- Institut für ökologischen Landbau <Trenthorst> (2005) Einweihung des ökologischen Milchkuhstalls in Trenthorst - Schleswig-Holstein. Arche Nova(1):10-11
- Koopmann R (2005) Neue Empfehlungen für die Behandlung bei Wiederkäuern : Resistente Magen-Darm-

- Würmer. *Ökologie und Landbau* 136(4):24-26
- Koopmann R (2005) Tierbehandlungen im Ökolandbau - ein besonderes Problem? : Fünf Jahre nach Einführung der EG-Öko-Verordnung für Tierhaltung. *Dtsch Tierärztebl* 53(8):860-865
- Koopmann R, Fischer P (2005) Künstliche Besamung bei Ziegen. *Bio-Land*(6):14-15
- Krause T, Böhm H, Loges R (2005) Kartoffeln für Pommes und Chips. *Bio-Land*(3):8-9
- Krause T, Böhm H, Loges R, Haase NU (2005) Pflanzenbauliche Strategien für die ökologische Erzeugung von Verarbeitungskartoffeln. *Kartoffelbau* 56(8):340-344
- Krause T, Böhm H, Loges R, Taube F, Haase NU (2005) Auswirkungen der Beregnung von Kartoffeln in Abhängigkeit der Stallmistdüngung auf den Ertrag, die Qualität sowie die Verarbeitungseignung zu Pommes frites und Chips. *Mitt Ges Pflanzenbauwiss* 17:118-119 [Abstract]
- Krause T, Böhm H, Loges R, Taube F, Haase NU (2005) Einfluss unterschiedlicher Klee-grasnutzungssysteme auf Ertrag, Sortierung und Qualität ökologisch erzeugter Verarbeitungskartoffeln. In: Heß J, Rahmann G (eds) *Ende der Nische : Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau*, Kassel, 1.-4. März 2005. Kassel : kassel university press, pp 43-46
- Krause T, Böhm H, Loges R, Taube F, Haase NU (2005) Production of potato crisps and chips in organic farming: effect of sprinkler irrigation, manure and preceding crop management of clover grass on yield and quality. In: Ritter F, Carrascal A (eds) *Abstracts of papers and posters : 1 Programme and oral presentations of the 16th triennial conference of the EAPR, European Association for Potato Research EAPR-2005, July 17 to 22, 2005, Bilbao, Spain. Vitoria-Gasteiz, Spain : Eusko Jaurlatritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia*, pp 420-424
- Krause T, Haase T, Böhm H, Heß J, Loges R, Haase NU (2005) Erzeugung von Verarbeitungskartoffeln im Ökologischen Landbau: Effekt von Standort und Sorte auf Ertragsstruktur und die Qualität von Pommes frites. In: Heß J, Rahmann G (eds) *Ende der Nische : Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau*, Kassel, 1.-4. März 2005. Kassel : kassel university press, pp 47-48
- Krause T, Haase T, Böhm H, Heß J, Loges R, Haase NU (2005) Influence of variety and site on yield structure and quality of potatoes for processing to chips in organic farming. In: Ritter F, Carrascal A (eds) *Abstracts of papers and posters : 2 Poster presentation of the 16th triennial conference of the EAPR, European Association for Potato Research EAPR-2005, July 17 to 22, 2005, Bilbao, Spain. Vitoria-Gasteiz, Spain : Eusko Jaurlatritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia*, pp 676-678
- Nicht S (2005) Eutergesundheit bei der Mutterkuhhaltung milchleistungsbetonter Rassen. Dresden : Hochsch für Technik und Wirtschaft, [Diplomarbeit]
- Oppermann R (2005) Die Bedeutung des Faktors Qualität für die Entwicklung des Marktes für ökologische Produkte. *Landbauforsch Völkenrode SH* 290:91-98
- Oppermann R (2005) Die Zukunft des ökologischen Landbaus. In: Einsiedel R (ed) *Boden, Pflanze, Tier, Vermarktung : 31. Fortbildungskurs (10. und 11. März 2005)*. Leipzig : WLV Wissenschaftl Lektorat u Verl, pp 7-14
- Oppermann R, Rahmann G (2005) Experiences of organic dairy farmers with ailing milk markets - a sociological study in Northern Germany. *Landbauforsch Völkenrode SH* 290:35-55
- Oppermann R, Rahmann G (2005) Transforming rural communication : three sociological case studies in a developed and urbanized rural area of northern Germany: regional partnership Lübeck bay, organic dairy farming and nature protection ; German report of the EU project TRUC, EU-QoL: QLAM-2001-00025, Project period March 2001 - February 2004. Braunschweig : FAL, 101 p *Landbauforsch. Völkenrode SH* 284 QLAM-2001-00025
- Paulsen H-M (2005) Sulfur in organic farming. *Landbauforsch Völkenrode SH* 283:105-110
- Paulsen H-M, Schädlich O (2005) Traktoren mit reinem Rapsöl. *Bio-Land*(10):25-27
- Paulsen H-M, Schädlich O (2005) Traktorenbetrieb : Reines Rapsöl bietet Einsparpotenziale. *Bauernblatt Schleswig-Holstein und Hamburg* 59/155(36):41-42
- Paulsen H-M, Schädlich O (2005) Wunder dauern etwas länger. *Landwirtsch Wochenblatt Westfalen-Lippe* 162(43):26-28
- Paulsen H-M, Weißmann F, Fischer K, Halle I, Matthäus B, Bauer M, Pscheidl M, Vogt-Kaute W (2005) Lein-dotterpresskuchen in ökologischen Futterrationen: Stand der Forschung. In: Heß J, Rahmann G (eds) *Ende der Nische : Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau*, Kassel, 1.-4. März 2005. Kassel :

- kassel university press, pp 387-388
- Rahmann G (2005) Öko-Teststall für Milchvieh. Thüringer Bauernzeitung : Landwirtschaftliches Wochenblatt 46(6):52
- Rahmann G (2005) Schaf und Ziege als Landschaftsgärtner. Bio Austria : Fachzeitschrift für Landwirtschaft und Ökologie(1):34
- Rahmann G (2005) Spuren- und Mengenelement-Gehalte im Laubfutter. In: Heß J, Rahmann G (eds) Ende der Nische : Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 1.-4. März 2005. Kassel : kassel university press, pp 373-37
- Rahmann G (ed) (2005) Ressortforschung für den ökologischen Landbau 2005. Braunschweig : FAL, 160 p (Preis: Eur 9,00) Landbauforsch. Völkenrode SH 290
- Rahmann G, Koopmann R, Oppermann R (2005) Kann der Ökolandbau auch in Zukunft auf die Nutztierhaltung bauen? : Wie sieht es in der Praxis aus und wie soll/muss sie sich entwickeln? In: Heß J, Rahmann G (eds) Ende der Nische : Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 1.-4. März 2005. Kassel : kassel university press, pp 657-660
- Rahmann G, Nieberg H (2005) New insights into organic farming in Germany - empirical results of a survey in 218 farms. Landbauforsch Völkenrode 55(3):193-202
- Rahmann G, Oppermann R (2005) Ökologische Geflügelhaltung - wohin soll es gehen? Mainz : Bioland Bundesverband, 8 p
- Rahmann G, Oppermann R (2005) Ökologische Landwirtschaft als Modell für eine nachhaltige Landnutzung. Ökologie und Landbau 33(135):28-30
- Saucke H, Paulsen H-M, Schochow M, Pscheidl M (2005) Erbsen mit Leindotter stützen. DLZ Agrarmagazin 56(2):70-73
- Schierhold S, Streitz E, Rahmann G (2005) Internationale Bioland-Geflügeltagung : Wohin soll die Reise gehen? DGS-Magazin 57(Woche 18):37-40
- Schleuß U, Böhm H (2005) Reduzierung von *Rhizoctonia solani* im ökologischen Kartoffelanbau. In: Heß J, Rahmann G (eds) Ende der Nische : Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 1.-4. März 2005. Kassel : kassel university press, pp 153-154
- Schleuß U, Böhm H (2005) Zum Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln in unterschiedlichen Standortbedingungen. Ber Biol Bundesanst Land- Forstwirtsch 126:21-26
- Schleuß U, Böhm H, Loges R (2005) Untersuchungen zum Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln im ökologischen Futtererbsenanbau. In: Heß J, Rahmann G (eds) Ende der Nische : Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 1.-4. März 2005. Kassel : kassel university press, pp 63-66
- Schochow M, Paulsen H-M (2005) Unkrautunterdrückung von ökologischen Mischfruchtanbausystemen : Effektivitätskontrolle durch Messung der photosynthetisch aktiven Strahlung. In: Heß J, Rahmann G (eds) Ende der Nische : Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 1.-4. März 2005. Kassel : kassel university press, pp 295-296
- Schrader S, Kiehne J, Anderson T-H, Paulsen H-M, Rahmann G (2005) Soil biota in an agro-ecosystem during conversion from conventional to organic farming. Verh Ges Ökologie 35:468 [Abstract]
- Sundrum A, Weißmann F (eds) (2005) Organic pig production in free range systems. Braunschweig : FAL, 50 p Landbauforsch. Völkenrode SH 281  
Weißmann F (2005) Perspektiven für die ökologische Schweinehaltung : Arbeitskreis 'Ökologische Tierhaltung Schleswig-Holstein' trifft sich in Trenthorst. Bauernblatt Schleswig-Holstein und Hamburg 59/155(16):42-43
- Weißmann F (ed) (2005) 4. Internationale Tagung Ökologische Schweinehaltung - Nische oder Wegweiser? : gemeinsame Tagung von Bioland e.V., Die Ökoberater, Naturland e.V., Institut für Ökologischen Landbau der FAL ; 31. Januar und 1. Februar 2005 in Petersberg bei München ; Tagungsband [CD-ROM]. Trenthorst : Inst f Ökol Landbau d FAL, 1 CD-ROM
- Weißmann F, Biedermann G, Klitzing A (2005) Performance, carcass and meat quality of different pig genotypes in an extensive outdoor fattening system on grass clover in organic farming. Landbauforsch Völkenrode SH 281:19-24
- Weißmann F, Reichenbach H-W, Schön A, Ebert U (2005) Aspekte der Mast- und Schlachtleistung sowie Wirtschaftlichkeit bei 100% Biofütterung. In: Heß J, Rahmann G (eds) Ende der Nische : Beiträge zur 8. Wissen-

schaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 1.-4. März 2005. Kassel : kassel university press, pp 383-386